VISIT…

СМЕРТЬ НЕМЕЦКИМ ОККУПАНТАМ!

ВОЕННО-ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ КА имени В. В. КУЙБЫШЕВА

Военинженер 2 ранга
Ф. В. БОРИСОВ
Военинженер 1 ранга
С. И. ДЖУСЬ

ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ НА МЕСТНОСТИ КАЗЕМАТИРОВАННЫХ ФОРТИФИКАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть	По чьей вине
61	10 сн.	3 0°	320°	типографии
119	графа 10	Центр. кол 4 5 6	Центр. кол 5 6 6-а	автора
134	5 сн.	γ_1	β_2	автора

Борисов и Джусь

ИЗДАНИЕ ВИА
1942

Ф. В. Борисов и С. И. Джусь. **Основы применения и размещения на местности казематированных фортификационных сооружений.**

В книге освещены основные вопросы рекогносцировки оборонительного района, разбивки и посадки казематированных фортификационных сооружений на местности.

Книга предназначается в качестве учебного пособия при изучении курса фортификации слушателями ВИА и может быть полезной для командного и начальствующего состава инженерных войск и работников военных строительств.

Редакторы: дивинженер *В. В. Яковлев*
бригинтендант *И. А. Лурье*

Г-238526. Подписано в печать 27.2.42 г. Авторских листов 7,75. Печатных листов 5,5 по 51.520 зн. в печ. листе Зак. 39

Типография ВИА Красной Армии

ПРЕДИСЛОВИЕ

Вопросы рекогносцировки, расположения и посадки казематированных фортификационных сооружений в современной литературе освещены недостаточно полно. Между тем правильный выбор места сооружения и его посадка принадлежат к числу важнейших задач, обеспечивающих организацию системы огня оборонительного района.

Учитывая сказанное, авторы и решили составить настоящую книгу. В книге освещены основные вопросы применения и расположения огневых сооружений, их разбивка и посадка на местности. Следует иметь в виду, что изложенные методы рекогносцировки и разбивки сооружений, а также иллюстративные материалы (таблицы и пр.), не представляют служебных указаний, а преследуют исключительно учебно-методические цели. Применение этих методов рассматривается в условиях заблаговременной подготовки оборонительных районов и тыловых рубе-

жей. Это, однако, не исключает возможности рассмотрения и применения изложенных методов работ и в условиях ускоренных сроков подготовки оборонительных полос.

Введение, главы I и II написаны военинженером 2 ранга Ф. В. Борисовым, глава III — военинженером 1 ранга С. И. Джусем, глава IV — обоими авторами совместно.

Считаем необходимым выразить благодарность генерал-майору Л. В. Внукóву, дивинженеру С. А. Хмелькову, бригинженеру П. И. Лебедеву и военинженеру 1 ранга Б. А. Оливетскому за ряд ценных замечаний при составлении настоящей работы.

Авторы

ВВЕДЕНИЕ

ФОРТИФИКАЦИОННЫЕ СООРУЖЕНИЯ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ И ТАКТИКО-ФОРТИФИКАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Основу заблаговременной фортификационной подготовки оборонительных районов [1] составляют фортификационные сооружения, возводимые для: а) усиления действия огневых средств; б) наблюдения за полем боя и управления войсками; в) защиты живой силы и материальной части от огня противника; г) обеспечения маневра своих войск и затруднения движения противника.

В зависимости от тактического назначения фортификационные сооружения разделяются на:

1) огневые сооружения;
2) командные и наблюдательные пункты;
3) убежища;
4) ходы сообщения;
5) препятствия.

Огневые сооружения. Огневые сооружения являются важнейшими элементами подготовки

---

[1] Оборонительным районом в общем случае называется участок фронта позиции, обеспеченный круговой обороной и усиленный средствами фортификации, занимаемый самостоятельным, войсковым подразделением.

оборонительных районов, с помощью которых обеспечивается система огня всех видов.

По характеру фортификационного устройства огневые сооружения могут быть открытыми и казематированными (рис. 1).

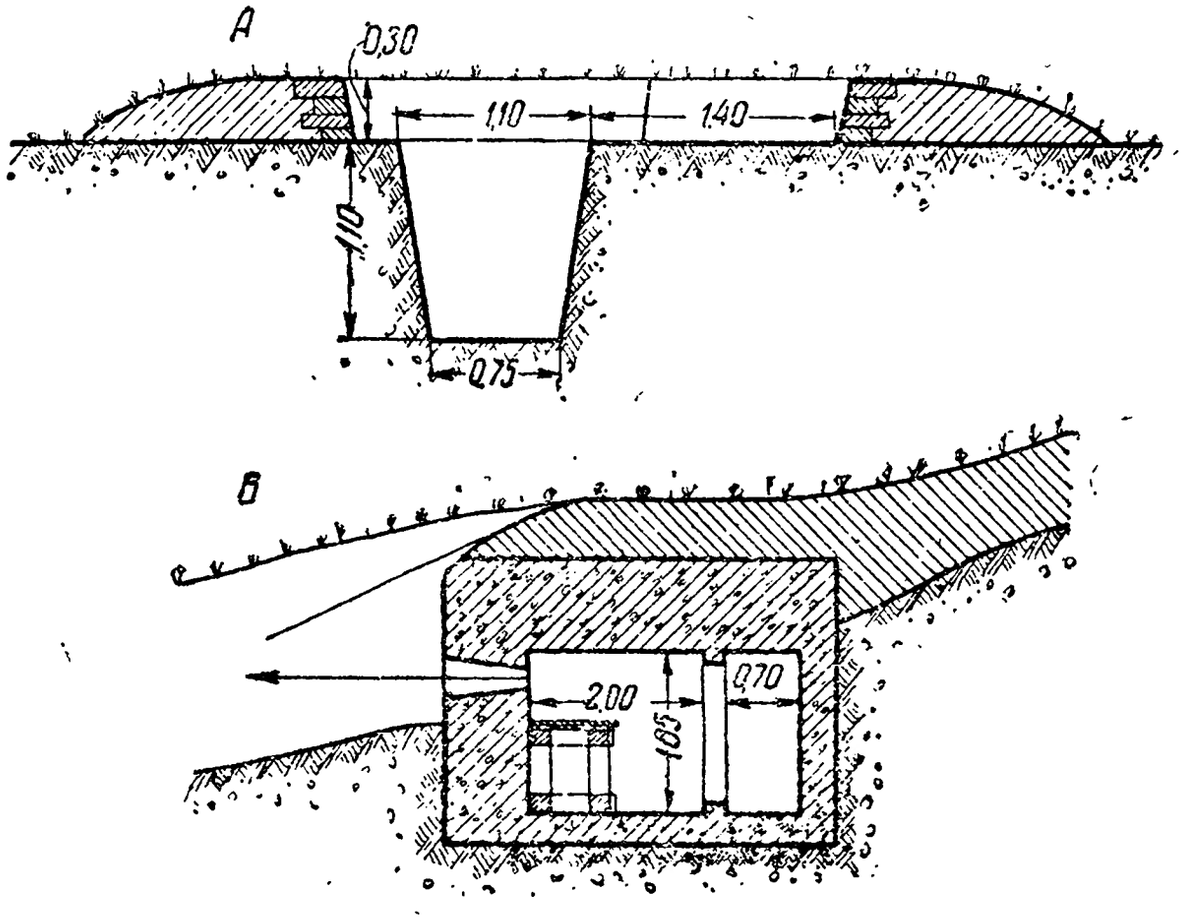


Рис. 1. Открытые и казематированные огневые сооружения: *А* — профиль пулеметной ячейки для стрельбы из станкового пулемета стоя; *Б* — железобетонный каземат на один станковый пулемет

Открытые фортификационные сооружения—стрелковые, пулеметные, минометные и орудийные окопы — возводятся войсками при поспешном укреплении местности, часто в условиях непосредственного соприкосновения с противником.

Казематированные огневые сооружения, т. е. сооружения, обеспечивающие со всех сторон находящихся в них людей и оружие от поражения огнем

противника, применяются при заблаговременном укреплении местности или при возведении тыловых оборонительных рубежей, оборонительных полос и районов при наличии времени для работы не менее 10 суток.

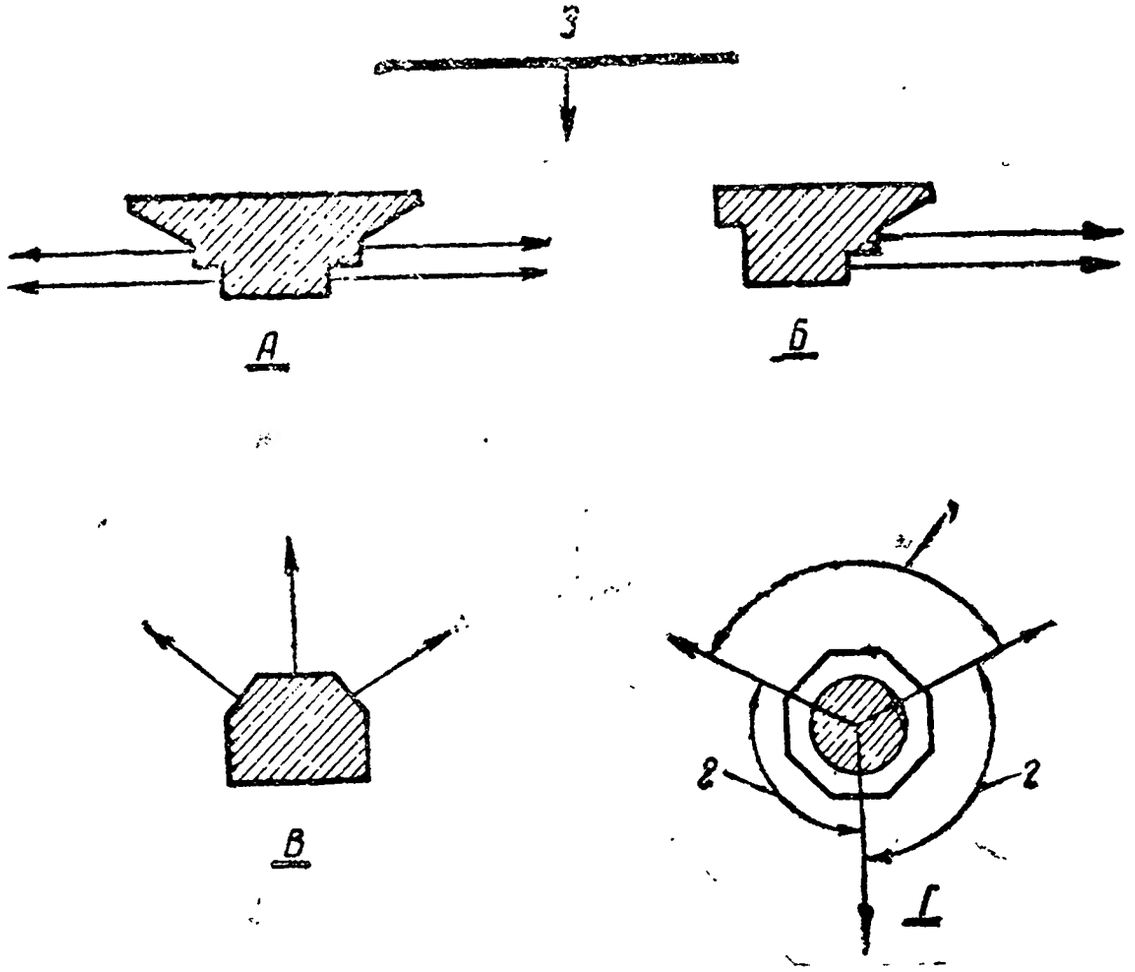


Рис. 2. Виды казематированных огневых фортификационных сооружений: *А* — огневое сооружение фланкового действия — капонир; *Б* — огневое сооружение фланкового действия — полукапонир; *В* — огневое сооружение фронтального действия; *Г* — огневое сооружение с круговым обстрелом: *1* — основной сектор огня, *2* — дополнительный сектор огня, *3* — противник

По виду вооружения казематированные огневые сооружения разделяются на: пулеметные, орудийные и орудийно-пулеметные.

По направлению огня различают (рис. 2):

1. Огневые сооружения фланкового действия, т. е. капониры или полукапониры в зависимости от

того, в две или в одну сторону ведется из них огонь.

2. Огневые сооружения фронтального действия узкого или широкого обстрела. Железобетонные огневые сооружения фронтального действия называются ДОТ'ами, дерево-земляные — ДЗОТ'ами.

3. Огневые сооружения с круговым обстрелом. В частности, огневые сооружения, приспособленные для самостоятельной круговой обороны и ведения фланкирующего огня по двум направлениям, называются блокгаузами.

4. Огневые сооружения зенитно-наземного действия.

Казематированные огневые сооружения возводятся монолитными из железобетона, с бронезащитой в виде бронекуполов и бронебашен. Кроме того, огневые сооружения устраиваются из сборных железобетонных камней и смешанной конструкции (дерево-земляные, бутобетонные и др. конструкций) в зависимости от наличия местных материалов и времени на их возведение.

Огневые сооружения возводятся преимущественно наземного типа (одноэтажные или двухэтажные), а также с подземной частью (рис. 3).

Сооружения с подземной частью состоят из наземного каземата — оголовка и подземной части. Оголовок представляет пулеметный или орудийный каземат, возводимый из железобетона, брони или комбинации этих материалов. В подземной части сооружения размещаются все вспомогательные помещения (тамбуры, убежище и др.) и оборудование (фильтровая, силовая и др.). Связь наземной части сооружения с подземной осуществляется с помощью шахты (колодца) или наклонной галлереи.

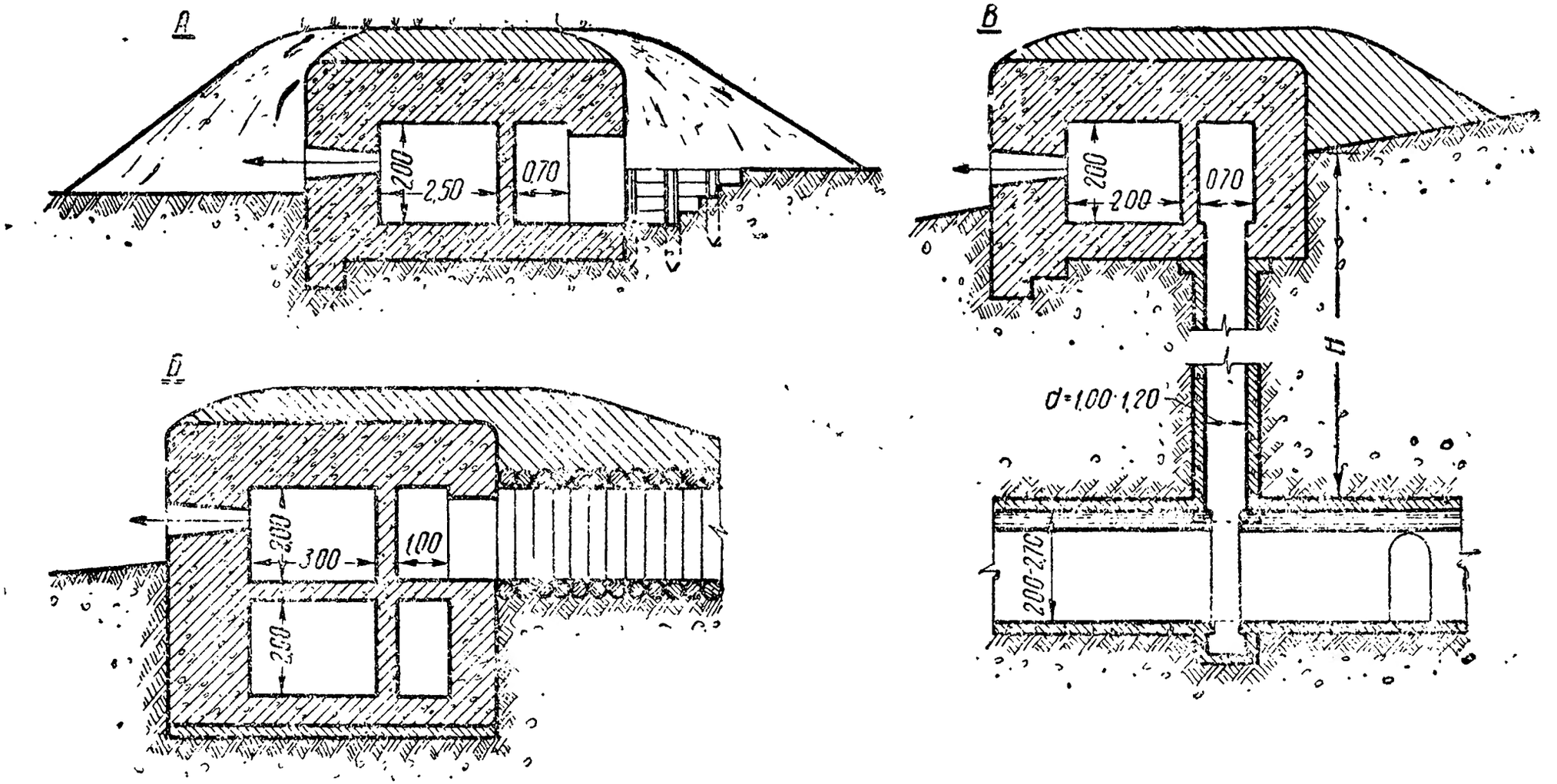


Рис. 3. Типы казематированных огневых сооружений: *А* — одноэтажное огневое сооружение; *Б* — двухэтажное огневое сооружение; *В* — огневое сооружение с подземной частью

На выбор типа огневых сооружений и их конструкции в значительной степени влияют гидрогеологические условия укрепляемого района, наличие местных строительных материалов и время на производство работ.

Оборудование казематированных огневых сооружений подразделяется на:

а), боевое;

б) противохимическое;

в) бытовое.

К боевому оборудованию относятся: орудийные установки, заслонки, пулеметные столы, приборы связи и наблюдения; это оборудование имеет назначение обеспечить удобства ведения огня и поддержания связи.

Противохимическое оборудование заключается в специальном обеспечении тамбуров, герметизации входных проемов, боевых отверстий и сооружения в целом, а также в оборудовании сооружения фильтровентиляционной установкой.

Бытовое оборудование предусматривает устройство отопления, освещения, нар или скамеек для отдыха гарнизона и др.

Особое внимание необходимо уделять мероприятиям противохимической защиты огневых сооружений на случай длительного воздействия химических средств противника. Для этого в казематированных огневых сооружениях необходимо предусматривать устройство газоубежищ, используя для их оборудования табельные и подручные средства, и иметь соответствующие запасы средств ПХО.

Для пулеметных и орудийных расчетов, не имеющих убежищ в системе огневых сооружений, устраиваются отдельные убежища. Последние возводятся в тылу огневых сооружений, в удалении от них на

50—70 м с тем, чтобы личный состав мог в кратчайшее время занять свои боевые места.

Командные и наблюдательные пункты. Для обеспечения непрерывности управления войсками и боем, в укрепленной полосе возводится целая сеть командных пунктов для общевойсковых командиров, артиллерийских начальников и их штабов.

Командный пункт представляет группу фортификационных сооружений, состоящую из наблюдательных пунктов, убежищ для укрытия органов и средств управления боем, а также сообщений между элементами командного пункта.

В составе командного пункта командира соединения (от стрелкового полка и выше) обыкновенно имеется несколько наблюдательных пунктов: основной или командирский, передовой, вспомогательные и запасные наблюдательные пункты.

Наблюдательным пунктом называется фортификационное сооружение, предназначенное для обеспечения непрерывного наблюдения за боем.

Наблюдательные пункты по своему тактическому назначению, расположению и характеру устройства подразделяются на командирские, артиллерийские и ПВО (служба ВНОС и НП зенитных частей).

Основной наблюдательный пункт командира части (соединения) обычно устраивается вблизи командного пункта, в таком месте, откуда имеется наилучшая возможность наблюдать за всем боем или по крайней мере в направлении главного удара.

Для устойчивости и непрерывности наблюдения за полем боя, кроме основного командирского наблюдательного пункта, дополнительно организуются вспомогательные и запасные наблюдательные пунк-

ты, используемые командиром и его штабом в случае необходимости, вызванной обстановкой боя.

Артиллерийские наблюдательные пункты располагаются ближе к переднему краю оборонительного района и служат для указания целей артиллерии, корректирования ее огня, особенно батарей, ведущих огонь с закрытых позиций.

Наблюдательные пункты ПВО назначаются для наблюдения за воздушным противником и своевременного оповещения войск о воздушной опасности, а также для целеуказания своей истребительной авиации.

Для обеспечения действий зенитной артиллерии организуются наблюдательные и корректировочно-наблюдательные пункты.

Для устройства наблюдательных пунктов применяются железобетон, легкие бронезакрытия, сборные железобетонные камни и дерево-земляные конструкции.

В зависимости от применяемого вида и способа наблюдения, наблюдательные пункты могут устраиваться для непосредственного наблюдения через наблюдательные щели (амбразуры), наблюдения с помощью перископов и совместного наблюдения (непосредственного и инструментального) — рис. 4.

Наблюдательные пункты связываются с командным пунктом телефоном и обеспечиваются крытыми или маскированными ходами сообщения с тылом.

У б е ж и щ а. Убежищами называются фортификационные сооружения, обеспечивающие живую силу, материальную часть и боеприпасы от поражения и уничтожения огнем противника.

По тактическому назначению убежища разделяются на:

а) убежища для войсковых подразделений, командных пунктов (штабов), медпунктов;

б) убежища для огневых средств (пулеметов, минометов, огнеметов, прожекторов, противотанковых орудий и т. п.), действующих с выдвижением на огневые позиции;

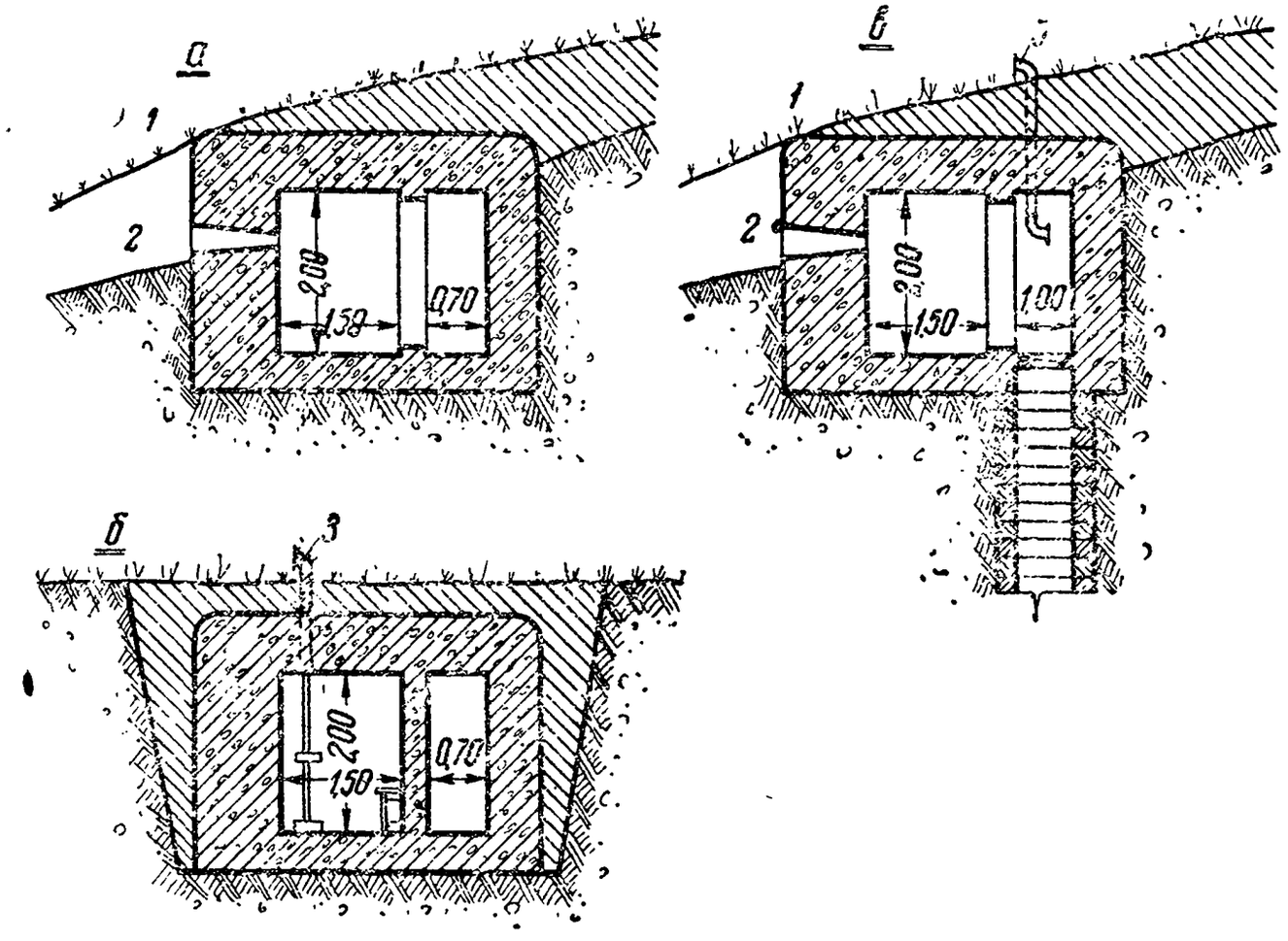


Рис. 4. Типы наблюдательных пунктов: *а* — каземат для непосредственного наблюдения: *1* — масксеть, *2* — наблюдательная щель; *б* — каземат для перископного наблюдения; *в* — каземат для совместного (непосредственного и инструментального) наблюдения: *1* — масксеть, *2* — наблюдательная щель, *3* — перископ

в) убежища (закрытия) для танков, бронеавтомобилей, самолетов и др. боевых машин.

Кроме того, в системе оборонительной полосы возводится ряд убежищ специального назначения.

Эту группу сооружений составляют электростанции, станции водоснабжения и т. п.

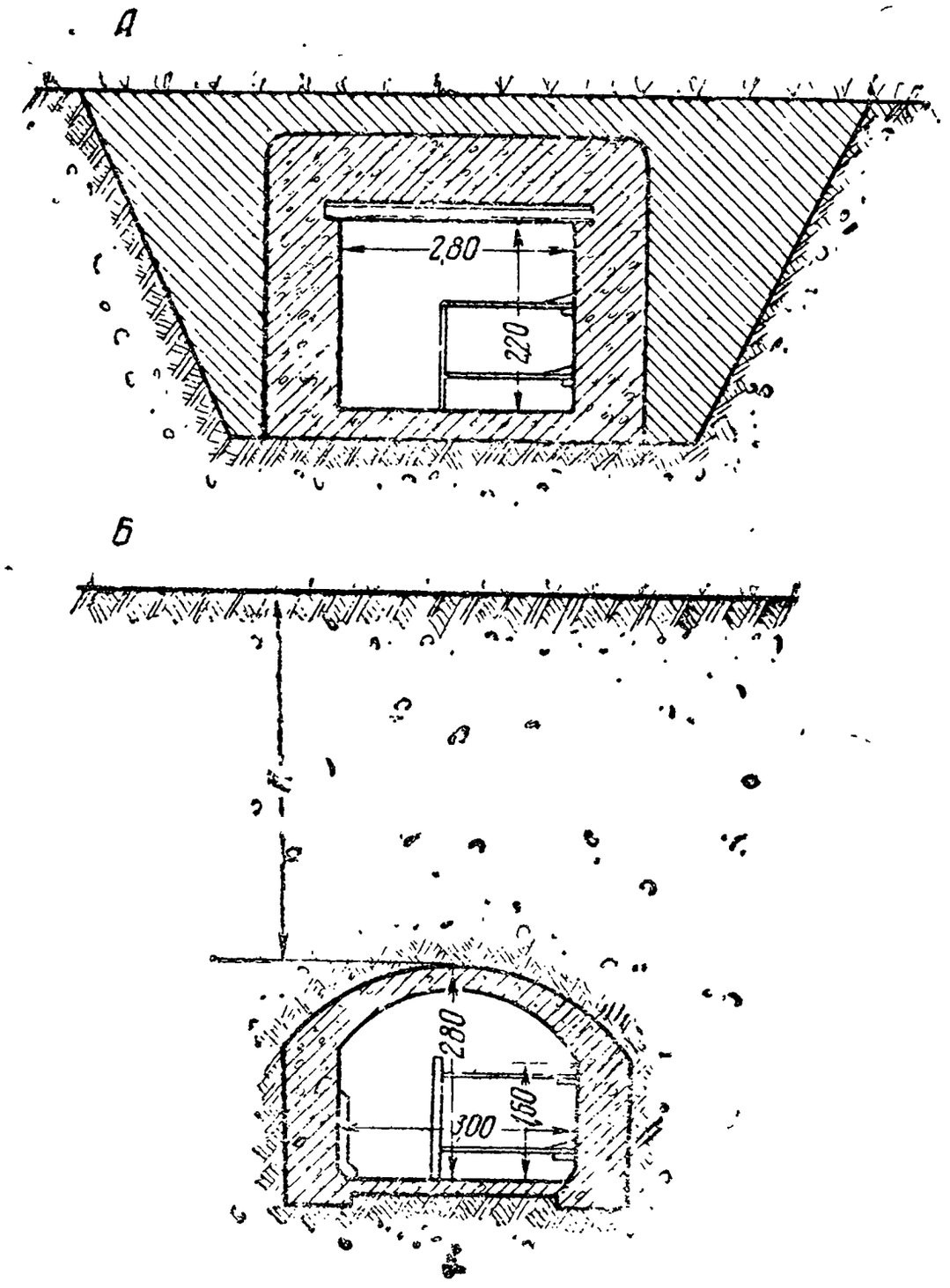


Рис. 5. Типы убежищ: *А* — убежище котлованного типа; *Б* — убежище подземного типа

В зависимости от назначения, требуемой степени защиты, месторасположения в оборонительной полосе и гидрогеологических условий, убежища устраиваются котлованного или подземного типов (рис. 5).

Котлованные убежища возводятся в открытых котлованах с последующей засыпкой их землей. Материалом для устройства котлованных убежищ служит железобетон, камень, дерево, земля и пр.

Подземные убежища возводятся закрытым (горным) способом работ, вследствие чего между их кровлей и дневной поверхностью остается нетронутая разработкой материковая порода, которая и служит защитной толщей. Несущая конструкция (обделка) подземных сооружений устраивается сборной — из деревянных брусьев, железобетонных плит, или же она делается монолитной — бетонной или железобетонной.

Убежища для войсковых подразделений и огневых средств чаще всего устраиваются котлованного типа в целях обеспечения быстрого выхода из сооружения на земную поверхность.

Однако на местности пересеченной и при наличии благоприятных гидрогеологических условий убежища для войсковых подразделений могут возводиться и подземного типа, особенно в глубине оборонительной полосы.

Убежища для войсковых подразделений, возводимые в первых боевых эшелонах обороны, устраиваются котлованного типа — на одно отделение или на взвод. В глубине оборонительной полосы убежища могут устраиваться подземного типа вместимостью от взвода до батальона.

Каждое убежище оборудуется фильтро-вентиляционной установкой, осветительными и отопительными приборами, нарами для отдыха бойцов, пирамидами для винтовок и противогазов, бачками для воды и выносной уборной. В целях противохимической защиты входы в убежища оборудуются специальными тамбурами.

По степени защиты казематированные фортификационные сооружения (огневые, наблюдательные и командные пункты, убежища) разделяются на:

1) легкие, обеспечивающие от пуль и осколков;

2) усиленные — от поражения снарядом 125-мм гаубицы;

3) тяжелые, рассчитанные против прямого попадания снаряда 155-мм гаубицы или 50-кг авиабомбы;

4) мощные, обеспечивающие защиту при прямом попадании снарядов калибра выше 155 мм и авиабомбы весом 100 кг.

При возведении казематированных фортификационных сооружений необходимо предусматривать конструктивные меры против проникания внутрь сооружений боевых отравляющих веществ (ОВ) и зажигательных средств.

Ходы сообщения. Ходами сообщения называются фортификационные сооружения, служащие:

1) для укрытого или обеспеченного от поражения огнем противника маневрирования войск и огневых средств;

2) для связи по фронту и в глубину между отдельными фортификационными сооружениями и тылом;

3) для обеспечения доставки боеприпасов, продовольствия, инженерного имущества и пр.;

4) для эвакуации.

Сообщения устраиваются двух видов: подземные (галлереи) и котлованного типа (потерны), обеспечивающие от действия снарядов калибра 155 мм и более.

В условиях закрытой местности допустимо устройство крытых сообщений с обеспечением от пуль и осколков.

Крытые сообщения по начертанию в плане должны иметь изломы и выходы, а также быть приспособленными как к внутренней, так и внешней самообороне.

Ходы сообщения на переднем крае и на скатах, обращенных в сторону противника, надлежит маскировать особенно хорошо. В сыпучих грунтах стенки ходов сообщений должны иметь одежду из жердей, хвороста, досок, железобетонных плит и пр.

Препятствия. Препятствиями называются фортификационные сооружения, возводимые с целью замедлить или временно остановить продвижение атакующих сил и средств противника на поле боя.

Препятствия могут быть противотанковыми и противопехотными, или выполнять одновременно и то и другое назначение.

В качестве противотанковых препятствий применяются: рвы различного устройства (рвы с брустверами или без таковых, рвы с апарелью, рвы, усиленные надолбами, и пр.), железобетонные и металлические надолбы, бетонные и бутовые железобетонные стенки, эскарпы и контрэскарпы, валунные камни, металлические ежи, решетки и т. п.

Стенки земляных препятствий (рвы, эскарпы, контрэскарпы) одеваются досками, жердями, кирпичом, камнем или железобетоном, в зависимости от наличия местных материалов, сил, средств и времени на работы.

Чтобы затруднить противнику разведку и преодоление противотанковых препятствий, их прикрывают противопехотными препятствиями и подводят под огонь своих пулеметов и артиллерии.

ОЛЕГ ВЛАДИМИРОВ

В качестве противопехотных препятствий применяются: проволочная сеть на деревянных или метал-

лических кольях, малозаметные препятствия, электризованная проволочная сеть и др.

Расположение противотанковых и противопехотных препятствий на местности обязательно увязывается с общей системой огня обороны. Все препятствия должны находиться под действительным, преимущественно фланговым орудийно-пулеметным огнем.

Назначение, характер и взаимное расположение фортификационных сооружений определяются боевым порядком войск и условиями местности. Применение того или иного типа фортификационного сооружения должно подчиняться основному требованию — наилучшему выполнению фортификационным сооружением его боевой задачи (огонь, наблюдение, связь, затруднение движения противника и др.) соответственно тактическому назначению.

Глава I

ОСНОВЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ ФОРТИФИКАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ НА МЕСТНОСТИ

Тактические свойства местности в отношении расположения и маскировки фортификационных сооружений

Местность оказывает постоянное и непосредственное влияние не только на боевые действия войск, но и на характер ее фортификационной подготовки.

Тактическое значение местности состоит в том, что она облегчает или затрудняет движение, маскировку, наблюдение, ведение огня и управление боем.

Местность чрезвычайно разнообразна как в топографическом и гидрогеологическом отношениях, так и по своим защитным свойствам. Разнообразие местности оказывает и различное влияние на организацию обороны, систему огня, расположение фортификационных сооружений, условия их боевой службы и маскировку.

Искусное пользование местностью в тактическом смысле заключается в умении как можно полнее воспользоваться выгодными ее свойствами и путем фортификационного усиления уменьшить ее невыгодные свойства.

Влияние рельефа местности на расположение фортификационных сооружений

Изучение рельефа местности заслуживает особого внимания, так как он в значительной мере определяет собой размещение и характер всех остальных элементов, из которых слагается природный ландшафт.

В тактико-фортификационном отношении изучение рельефа и его элементов необходимо в целях определения доступности местности и отдельных направлений для действия войсковых подразделений, танков, артиллерии, а также для организации системы огня, наблюдения и условий расположения фортификационных сооружений.

При размещении фортификационных сооружений на местности необходимо учитывать свойства переднего и обратного скатов, равно как и общую закрытость местности.

Значение переднего ската выражается в том, что его оборона получает возможность организовать ярусный огонь на подступах к переднему краю и ярусное наблюдение с широким кругозором. Но расположение огневых сооружений и наблюдательных пунктов по переднему скату вызывает затруднение в укрытии их от наблюдения противника. Обеспечение «живучести» фортификационных сооружений, вынесенных на передний скат, является сложной фортификационной задачей и может быть удовлетворительно разрешено путем применения надежных закрытий малозаметных форм (преимущественно бронезакрытий) и закрытых сообщений с тылом.

Обратные скаты весьма ограничивают наблюдение и ведение огня, особенно фронтального. Поэтому

они наиболее удобны, главным образом для размещения фортификационных сооружений фланкового действия и противотанковых препятствий, а также для расположения артиллерии и убежищ.

На передних скатах, как правило, устраиваются огневые сооружения фронтального действия и размещаются они обычно на боевом гребне (рис. 6), чем достигается улучшение условий обстрела и маскировки при незначительном удалении сооружения от укрытого тыла.

В связи с техническими трудностями маскировки сооружения, ведущего фронтальный огонь в наблюдаемой противником зоне, особое внимание должно быть обращено на применение таких типов фронтальных сооружений, которые бы хорошо применялись к местности и представляли малые цели для артиллерии противника. Этим требованиям наиболее удовлетворяют броневые сооружения, скрывающиеся огневые точки и железобетонные казематы с узким обстрелом.

Железобетонные и сборные сооружения фронтального действия широкого обстрела целесообразнее применять в глубине обороны для увеличения плотности и непрерывности огневого заграждения. В отдельных же случаях железобетонные сооружения фронтального действия с широким обстрелом могут применяться и на скатах, обращенных в сторону противника, но лишь тогда, когда местность допускает хорошую маскировку их расположения (лес, кустарник, населенный пункт и т. д.), в противном случае от железобетонных и дерево-земляных фронтальных сооружений следует отказаться, так как при обнаружении их противником они будут немедленно разрушены прицельным огнем его артиллерии.

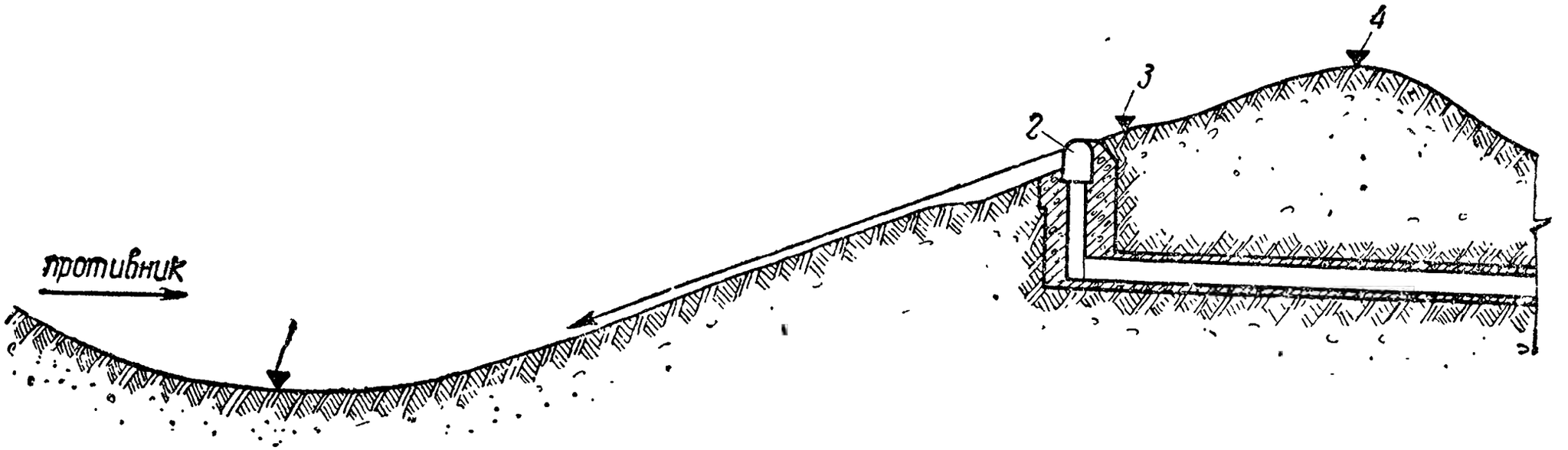


Рис. 6. Пример расположения фронтального сооружения на переднем скате: *1* — подошва переднего ската; *2* — фронтальное огневое сооружение; *3* — боевой гребень; *4* — топографический гребень

Огневые железобетонные и смешанной конструкции фланкирующие сооружения — капониры, полукапониры желательно располагать на обратных ска-

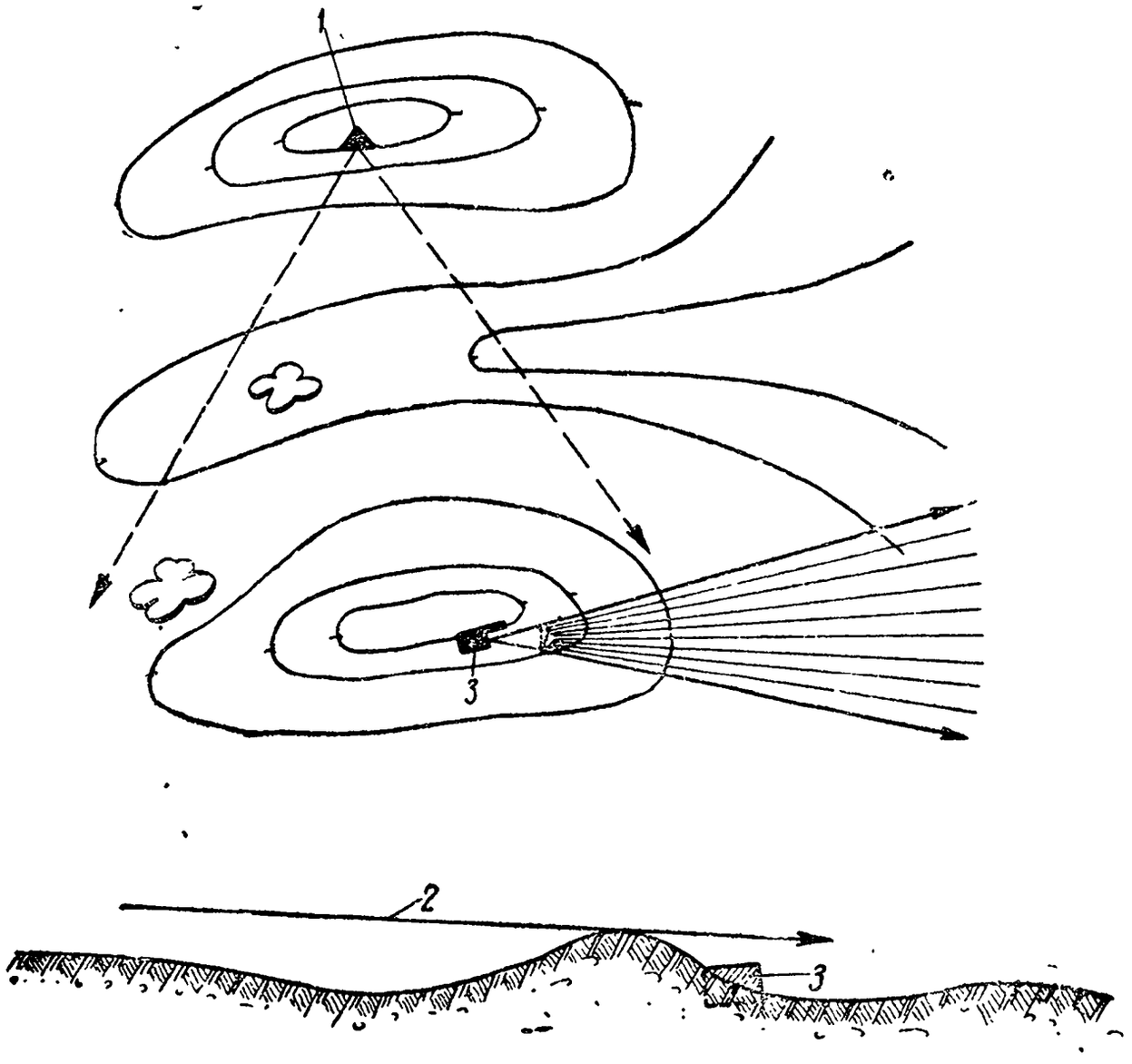


Рис. 7. Расположение фланкирующего сооружения в зависимости от наблюдения противника: *1* — НП противника; *2* — наблюдение противника; *3* — фланкирующее огневое сооружение

тах высот или за местными предметами, закрывающими их от наземного наблюдения и прицельного огня артиллерии противника (рис. 7). Однако в конкретных условиях местности и по тактическим сооб-

ражениям допустимо иногда применять сооружения для фланкового огня и на передних скатах, но при обязательном возведении искусственных масок или земляных обсыпок напольных (фронтальных) стен сооружения, обращенных к неприятелю.

Свойства рельефа местности оказывают не меньшее влияние на организацию наблюдения, систему противотанковой обороны и устройство сообщений.

Пересеченный рельеф местности и наличие множества мертвых пространств вызывают необходимость возводить относительно большое количество наблюдательных пунктов и эшелонировать наблюдение не только в глубину, но и по высоте.

При расположении наблюдательных пунктов на местности следует исходить из условий широкого обзора и максимальной дальности наблюдения.

Лучшими местами для наблюдательных пунктов являются передние скаты командующих высот или отдельные возвышенности, откуда открывается наибольший обзор и дальность наблюдения.

Маскировке наблюдательных пунктов от воздушного и наземного наблюдения противника необходимо уделять исключительное внимание. Маскировка наблюдательных пунктов достигается выбором соответствующих конструктивных форм, применением их к местности и средствами технической маскировки, отвечающей окружающей местности.

Убежища для общевойсковых подразделений, командных и медицинских пунктов располагаются на обратных скатах, в складках местности, в лесу и др. точках, наиболее укрытых от наземного наблюдения и наиболее безопасных в отношении химического нападения.

Степень искусственного усиления местности в противотанковом отношении и характер системы проти-

вотанковых препятствий во многом определяется наличием естественных препятствий (рек, болот, озер, крутых скатов, лесов и т. п.), сил, средств и времени на подготовку.

При выборе типов противотанковых препятствий и конструкций их одежды необходимо учитывать характер рельефа и наличие местных строительных материалов.

Пересеченная местность допускает более широко использовать различные виды искусственных противотанковых препятствий при меньших затратах сил и средств на их устройство и маскировку, чем равнинная местность. Передние скаты высот с уклоном более 10—15° позволяют применять на них земляные противотанковые препятствия типа эскарпов. Однако оборона подступов к ним, особенно фланговым огнем, часто затрудняется начертанием рельефа.

Наиболее эффективное решение взаимодействия огня с земляными препятствиями достигается на обратных скатах высот, позволяющих укрыто от наземного наблюдения противника размещать препятствия и взаимодействующие с ними фланкирующие фортификационные сооружения.

На равнинной местности из земляных противотанковых препятствий чаще всего применяются рвы различного профиля.

Деревянные, железобетонные и металлические надолбы, стенки и т. д. могут применяться на всякой местности за исключением районов со слабым почвенным покровом (сыпучие пески) и болотистых мест.

Влияние растительного покрова и гидрогеологических условий на размещение фортификационных сооружений

В тактико-фортификационном отношении влияние растительного покрова особенно сказывается на условиях маскировки фортификационных сооружений. Лес, роща и даже мелкий кустарник в значительной степени затрудняют воздушное и наземное наблюдение и облегчают способы технической маскировки, приближая их к естественному фону местности.

Наличие лесных участков в оборонительном районе улучшает условия противотанковой обороны, расположения артиллерии и передвижений войск. Однако лесные участки создают известные трудности и для обороняющегося, ухудшая особенно условия обзора и обстрела, что вызывает дополнительные работы по расчистке леса (подрезка крон деревьев, устройство просек, а иногда и сплошная вырубка). Кроме того, при расположении фортификационных сооружений в лесу необходимо учитывать свойства леса как места застоя дымов и газов. Поэтому в целях маскировки сооружения, с одной стороны, и создания наилучших условий для работы гарнизона — с другой, огневые сооружения располагают в лесу в 50—70 м за опушкой или выдвигают на 100—150 м перед опушкой, чтобы затруднить пристрелку по ним артиллерии противника.

При размещении фортификационных сооружений на местности необходимо иметь подробные сведения о гидрогеологии данного района, с целью уточнения мест расположения сооружений и установления конкретных условий производства работ. Учет гидрогеологических свойств местности позволит правильно решить и ряд вопросов кон-

струкции, касающихся этажности и глубины посадки сооружения, условий водоснабжения, мер борьбы с грунтовыми водами.

Данные по гидрогеологии могут быть получены из геологических карт или путем проведения инженерно-геологической разведки. При производстве инженерно-геологических исследований следует широко пользоваться указаниями местных организаций, имеющих различные геологические данные, и местных специалистов гидрогеологов.

Характер рельефа в известной степени предопределяет гидрогеологические данные. Так например, рельеф определяет быстроту и направление стока поверхностных вод. От рельефа обычно зависит глубина залегания грунтовых вод. Эти воды на водоразделах лежат глубже, чем в понижениях рельефа, где они приближаются к поверхности. В очень низменных местах грунтовая вода может выступать непосредственно на поверхность.

Для определения глубины залегания грунтовых вод можно использовать существующие обыкновенные колодцы, артезианские скважины и пр. гидротехнические сооружения. При гидрогеологической разведке весьма важным является обследование крутых скатов, балок и оврагов с целью установления напластования пород и выхода водоносных слоев.

При возведении фортификационных сооружений на крутых скатах необходимо предусматривать специальные меры по усилению основания сооружения и борьбе с оползнями. Это требование особенно необходимо выполнять в том случае, если скаты подвержены оползням в силу малоустойчивости пород или вследствие высокого залегания водоносных слоев и выхода грунтовых вод на поверхность.

В качестве мер борьбы с оползнями может быть применено свайное основание, а в случае неглубокого залегания материковой породы — ленточный фундамент.

Высокий уровень грунтовых вод часто вынуждает совершенно отказываться от возведения подземных сооружений и подземных галлерей, что обязательно необходимо учитывать при размещении фортификационных сооружений и определении их конструктивных форм.

Основные требования к выбору типов фортификационных сооружений и расположению их на местности

Выбор типов фортификационных сооружений и места их расположения в оборонительном районе столь тесно связаны между собой, что при решении одного из этих вопросов необходимо учитывать влияние другого.

При выборе типов фортификационных сооружений и мест расположения их в оборонительном районе обязательно следует предусматривать, чтобы:

1. Типы фортификационных сооружений и их взаимное расположение в оборонительном районе полностью соответствовали боевому порядку войск, их вооружению, тактике и условиям местности.

2. Типы фортификационных сооружений отвечали тактическому назначению сооружения (огонь, наблюдение и т. д.) и обеспечивали возможность самостоятельной обороны каждым сооружением главнейших подступов к нему и входов.

3. Формы фортификационных сооружений полностью соответствовали характеру местности, были ма-

лозаметны и допускали легкое осуществление искусственной маскировки.

4. Конструкции фортификационных сооружений обладали соответствующей мощностью против средств поражения и обеспечивали внезапность и повторность выполнения боевых задач под воздействием всех средств нападения противника (артиллерии, авиации, химии и др.).

5. Расположение фортификационных сооружений на местности обеспечивало тактическое взаимодействие между сооружениями и рассредоточение сооружений на безопасном расстоянии друг от друга.

При размещении на местности огневых сооружений необходимо соблюдать условия, обеспечивающие многослойность орудийно-пулеметного огня, особенно перед передним краем и на флангах оборонительного района; огневое взаимодействие между сооружениями в целях создания непрерывности огневого заграждения и самообороны сооружений; внезапность огневой системы для противника.

Слойность огня. Качественная характеристика системы огня в оборонительном районе определяется слойностью огня.

Под слойностью огня понимается такой огонь, при котором каждая точка местности перед передним краем и в глубине оборонительного района простреливается с нескольких направлений (рис. 8). Система орудийно-пулеметного огня создается с расчетом, чтобы перед фронтом и на флангах оборонительного района, в расстоянии не менее 400 м, все подступы обстреливались многослойным, преимущественно фланговым или косоприцельным огнем.

Для современной обороны минимальной плотностью огня перед фронтом и на флангах оборони-

Рис. 8. Схема слойности огня: *1* — один слой огня; *2* — два слоя огня; *3* — три слоя огня

тельного района следует считать 3—4 слоя пулеметного и 2—3 слоя орудийного огня. Слойность огня достигается не только количеством орудий и пулеметов, но и искусным расположением орудийных и пулеметных сооружений на местности.

Взаимодействие между огневыми сооружениями осуществляется в целях обеспечения непрерывности огневого заграждения и са-

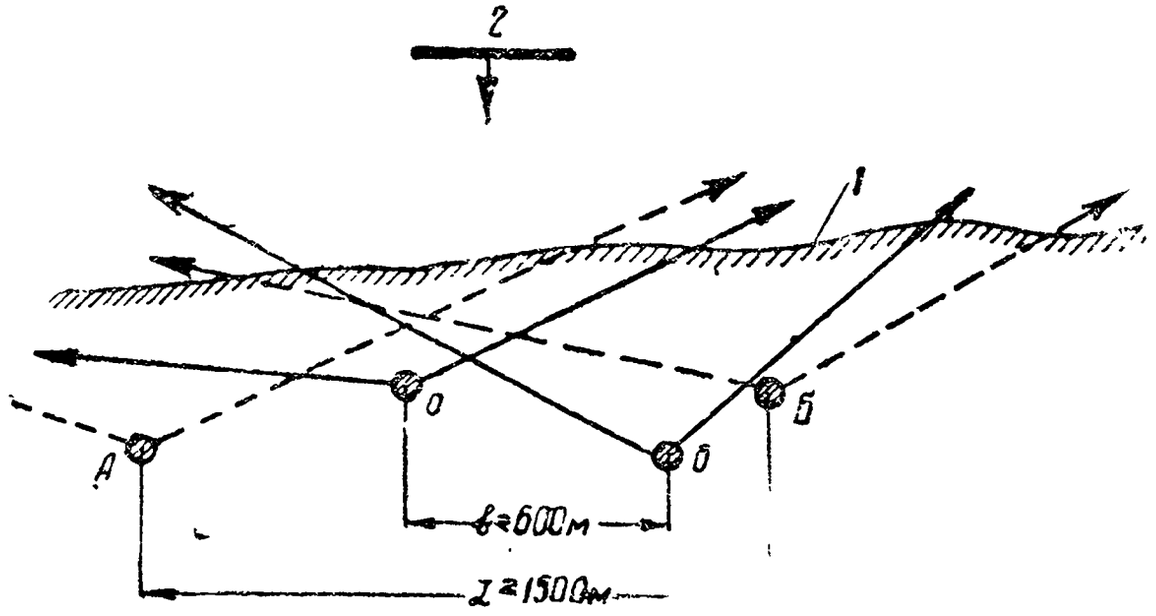


Рис. 9. Схема взаимодействия огневых сооружений по фронту: *А*, *Б* — орудийные сооружения; *а*, *б* — пулеметные сооружения; *1* — передний край обороны; *2* — противник

мообороны сооружений. Непрерывность огневого заграждения достигается маневром огня из фортификационных сооружений, располагаемых по фронту и по всей глубине оборонительного района.

Взаимодействие между сооружениями по фронту осуществляется путем расположения их в таком удалении друг от друга, чтобы выход из строя даже двух смежных сооружений не давал перерыва огня и не отражался сильно на его интенсивности.

Предельное расстояние между смежными сооружениями (рис. 9) определяется с учетом действи-

тельности огня из сооружения и характера местности.

Для пулеметных сооружений, расположенных на открытой местности, это расстояние может доходить до 600 м, а для орудийных сооружений до 1500 м.

Огневое взаимодействие фортификационных сооружений должно осуществляться не только между сооружениями, расположенными по переднему краю, но и из глубины.

При организации системы огня необходимо стремиться к тому, чтобы сооружения, расположенные в глубине оборонительного района, участвовали в борьбе за передний край обороны (рис. 10). Конечно, всем сооружениям, расположенным в глубине обороны, подобная задача непосильна по ряду причин тактико-фортификационного характера (демаскировка огневой системы, сложность конструктивного оформления, техническая невозможность огневого обеспечения и т. д.), но некоторая часть сооружений для указанной цели должна быть назначена.

Маневр огнем из глубины легче всего достичь путем применения железобетонных сооружений широкого обстрела или вращающихся бронебашен, а в некоторых случаях с открытых позиций.

Фортификационные сооружения капонирного и полукапонирного типа обычно не имеют круговой самообороны. Их огневой сектор не превышает 80—140°, что, естественно, не обеспечивает самооборону сооружения против танков и штурмующих групп. Поэтому оборону фланкирующих сооружений необходимо осуществлять из соседних сооружений, расположенных в глубине и по фронту.

В целях самообороны взаимодействующие сооружения должны прикрывать друг друга своим огнем.

Огневое прикрытие перед фронтом сооружения должно быть в полосе глубиной не менее 200 м и в тылу сооружения до 100—150 м (рис. 11).

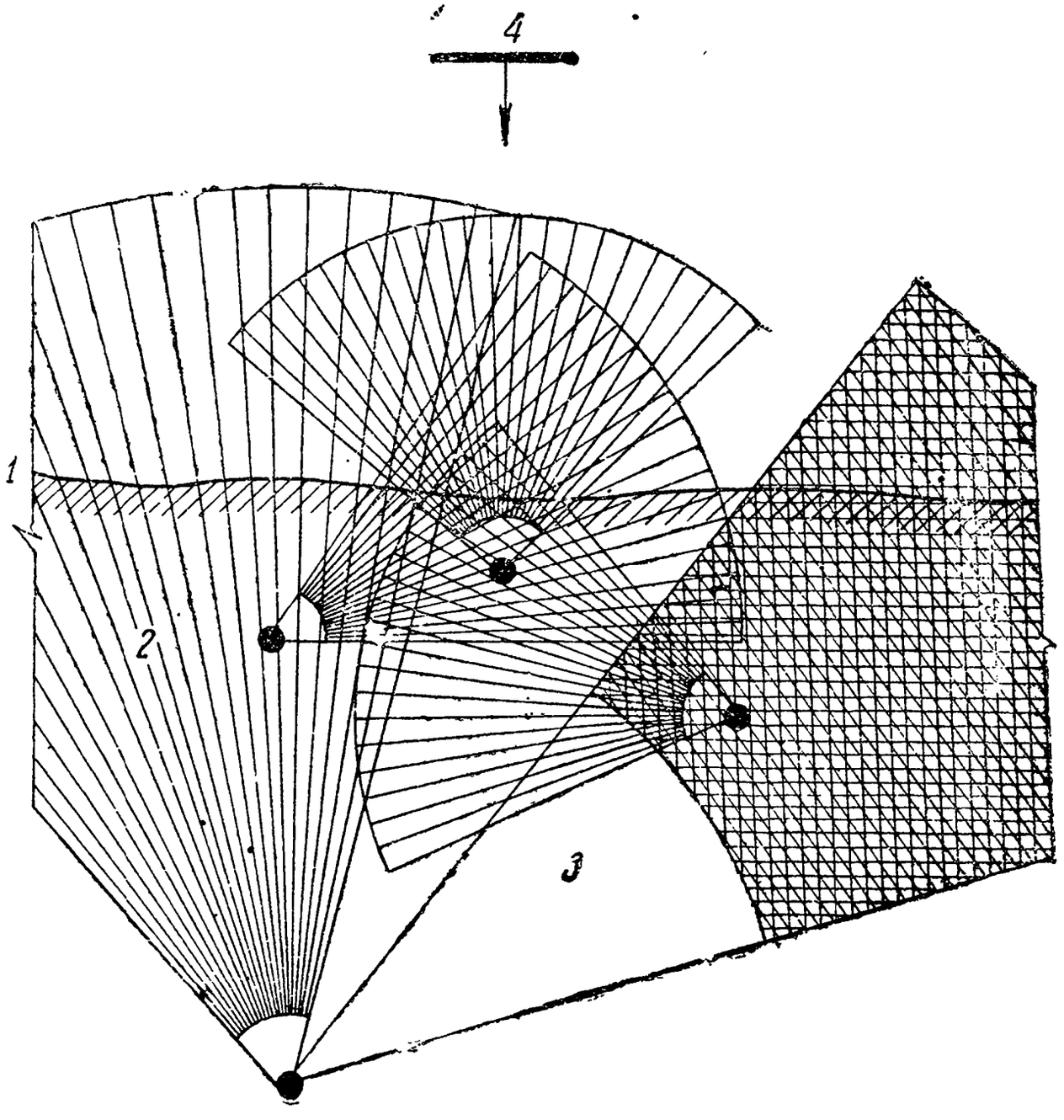


Рис. 10. Схема огневого взаимодействия из глубины: *1* — передний край обороны; *2* — основной сектор огня; *3* — дополнительный сектор огня; *4* — противник

Внезапность огня. Внезапность огневой системы оборонительного района и огня отдельных сооружений достигается искусным расположением сооружений на местности, взаимодействием огневых

сооружений, применением соответствующих типов сооружений, отвечающих условиям местности, и маскировкой каждого сооружения и оборонительного района в целом.

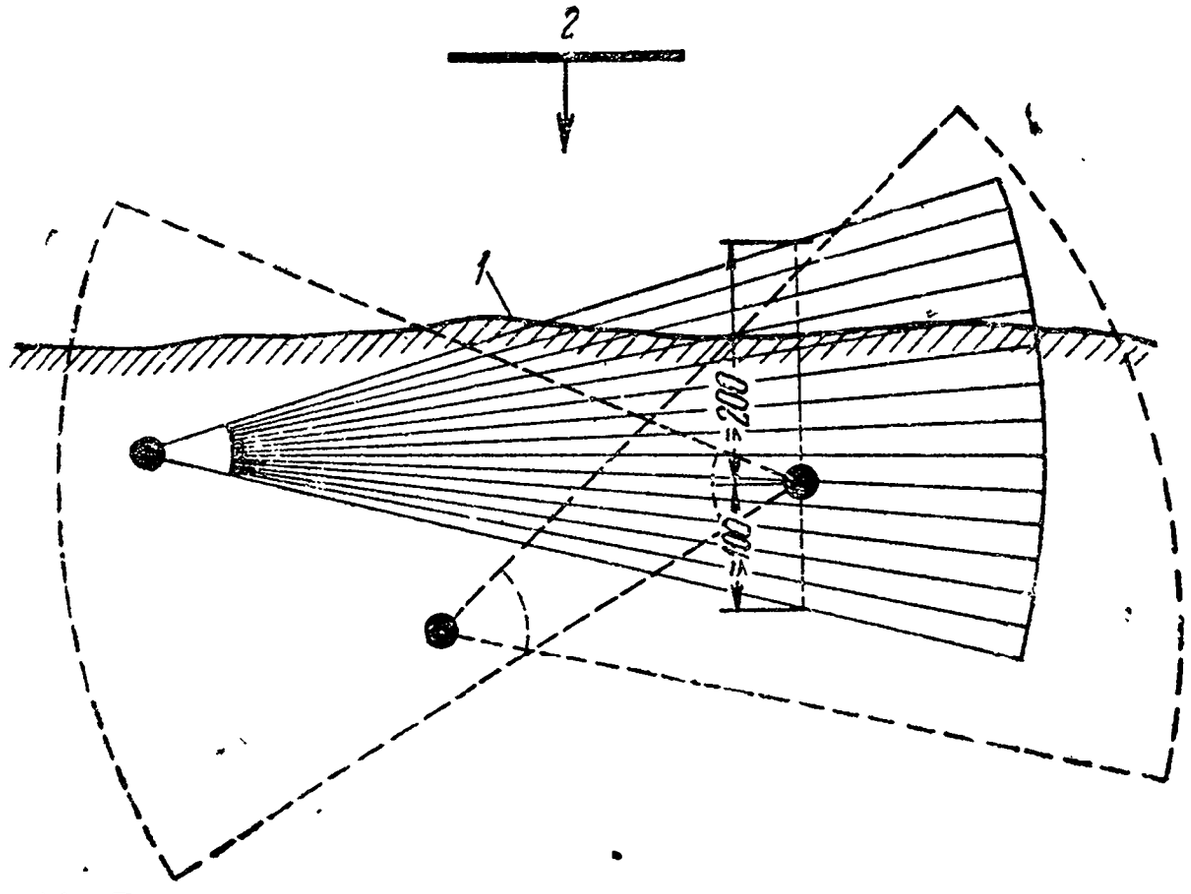


Рис. 11. Взаимное огневое прикрытие фортификационных сооружений: *1* — передний край обороны; *2* — противник

Вопросы выбора, расположения и маскировки сооружений тесно связаны между собою и правильное их решение всецело зависит от характера местности и ее тактических свойств.

Взаимодействие огневых средств с препятствиями

Система огня и препятствий должна составлять в обороне одно целое. Это вызывается основными требованиями к современной обороне, которая должна быть прежде всего противотанковой.

При решении огневой системы необходимо одновременно решать и систему препятствий, а не «при-

страивать» препятствия к уже решенной системе огня. Инженерные противотанковые препятствия во взаимодействии с огневыми средствами обороны позволяют относительно большое время задерживать атакующие танки в зоне действительного огня противотанковых орудий и тем самым предоставлять огневым средствам возможность в большем количестве выводить их из строя.

Инженерная противотанковая оборона заключается в использовании естественных и создании искусственных противотанковых препятствий, а поэтому при выборе оборонительных полос весьма важно иметь перед передним краем, в глубине и на флангах возможно большее количество естественных преград: рек, болот, оврагов, лесов, облегчающих устройство искусственных препятствий.

Противотанковые препятствия должны удовлетворять следующим требованиям:

1) представлять собой преграду, трудно преодолимую танками противника;

2) находиться под действительным орудийным и пулеметным огнем;

3) своим расположением не обнаруживать для противника системы противотанковой обороны;

4) быть трудно разрушаемыми артиллерийским огнем и простыми по своей конструкции;

5) их расположение на местности не должно закрывать или уменьшать обзора и обстрела.

Перед передним краем оборонительной полосы необходимо создавать наиболее мощные противотанковые и противопехотные препятствия. Все фасы препятствий должны обороняться орудийным и пулеметным огнем из фланкирующих казематированных сооружений.

Взаимное расположение противотанковых и противопехотных препятствий должно быть таким, чтобы они прикрывали друг друга. Противотанковые препятствия возводятся перед основной полосой противопехотных препятствий в удалении от последней на расстоянии не менее 40 м. Для обеспечения противотанковых препятствий от разведывательных групп противника их прикрывают полосой

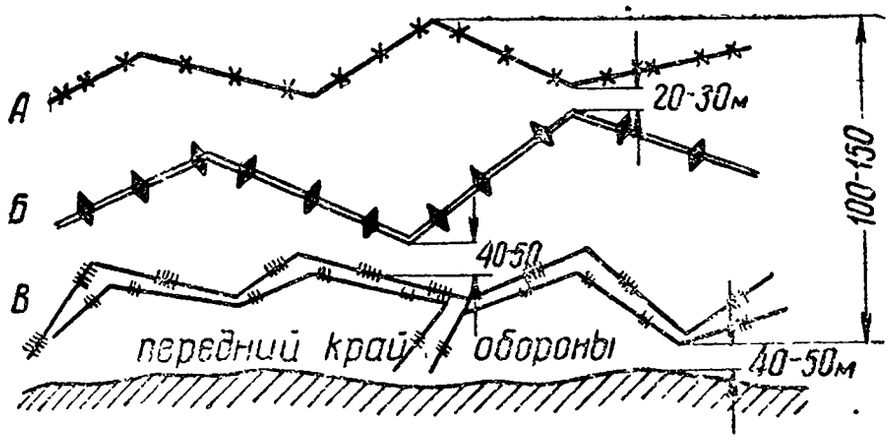


Рис. 12. Взаимное расположение противотанковых и противопехотных препятствий перед передним краем обороны: *А* — противопехотные препятствия, прикрывающие противотанковые препятствия; *Б* — противотанковые препятствия; *В* — основная полоса противопехотных препятствий

проволочных заграждений или малозаметными препятствиями (рис. 12).

Система препятствий располагается так, чтобы последние простреливались фланговым огнем и по возможности с нескольких направлений. Огонь из фланкирующих сооружений в большей части сектора огня должен быть направлен перед наружной стороной препятствий с тем, чтобы иметь возможность расстреливать наступающие танки и пехоту на подступах к препятствиям.

При расположении препятствий в плане недопустимы острые углы. Длина фланкируемого фаса

должна быть не более 300 м, а наиболее удаленный излом фаса от фланкирующего его сооружения не должен превышать 600 м (рис. 13).

Решение системы препятствий необходимо увязывать с маскировочным замыслом сокрытия боевого

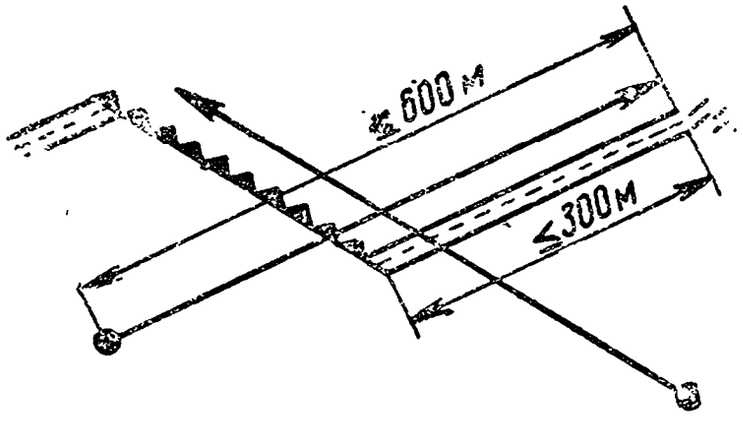


Рис. 13. Схема фланкирования противотанковых препятствий

порядка путем возведения ложных и маскировки действительных препятствий.

Определение минимального расстояния по фронту и в глубину между смежными сооружениями

Минимальное расстояние по фронту и в глубину между смежными сооружениями принимается такое, при котором исключалась бы возможность поражения артиллерийским огнем одновременно двух сооружений при обстреле одного из них. Это безопасное расстояние между сооружениями определяется в зависимости от вероятного рассеивания снарядов при стрельбе по цели.

Известно, что при стрельбе из орудия по цели снаряды, в силу ряда причин, не попадают в одну точку, а рассеиваются по некоторой площади.

Величина рассеивания снарядов характеризуется срединными отклонениями, а площадь, в пределах которой рассеиваются снаряды, — эллипсом рассеивания.

На основании закона ошибок Гаусса отклонения снарядов от центра падения не выходят за пределы

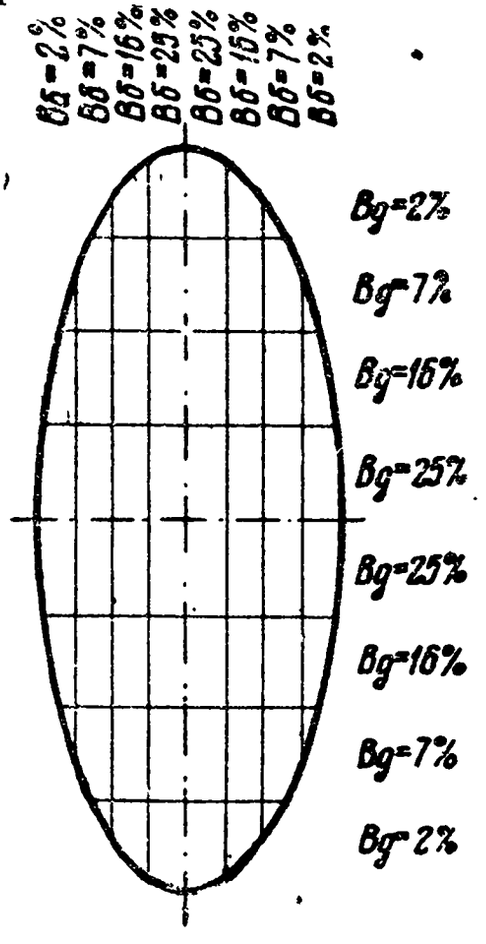


Рис 14. Эллипс рассеивания снарядов

площади эллипса, оси которого равны 8 вероятным или срединным отклонениям по заданному направлению. При этом в пределах площади эллипса абсолютное количество попаданий снарядов возрастает ближе к его центру (рис. 14).

В зависимости от направления осей эллипса рассеивания различают вероятные отклонения по дальности $B_д$ и вероятные боковые отклонения $B_б$.

Величины вероятных отклонений по дальности и боковых для одного и того же орудия неодинаковы.

Они изменяются в зависимости от дистанции стрельбы, угла падения снарядов, наклона местности у цели, а также в результате разнообразия начальных скоростей, углов бросания, атмосферных условий и т. п.

Примерные величины вероятных отклонений для снарядов 155 мм и 210 мм гаубиц приведены в табл. 1.

Таблица 1

Примерные величины вероятных отклонений для снарядов 155 и 210 м гаубиц

Дальность, м x	Срединные отклонения, м			
	155 мм гаубица		210 мм гаубица	
	$B_д$	$B_б$	$B_д$	$B_б$
3000	22	1,3	27	1,0
3500	25	1,5	29	1,2
4000	28	2,0	31	1,4
4500	32	2,5	32	1,8
5000	35	2.8	34	2,0
5500	38	3,4	35	2,2
6000	42	3,8	36	2,6
6500	46	4,6	37	3,0
7000	49	5,8	39	3,4
7500	52	7,2	40	3,8
8000	55	8,5	41	4,2

При определении безопасного расстояния между фортификационными сооружениями следует учитывать наиболее невыгодное расположение артиллерии противника как в отношении удаления ее от цели, так и в отношении направления плоскости стрельбы по сооружению.

Опыт показывает, что стрельба артиллерии разрушения (АР) по отдельно стоящим фортификационным сооружениям наиболее эффективна с дистанции до 5—6 км. Однако дальнобойность современной артиллерии и ее баллистические свойства допускают ведение стрельбы на разрушение и с более дальних дистанций, особенно при наличии хороших наблюдательных пунктов.

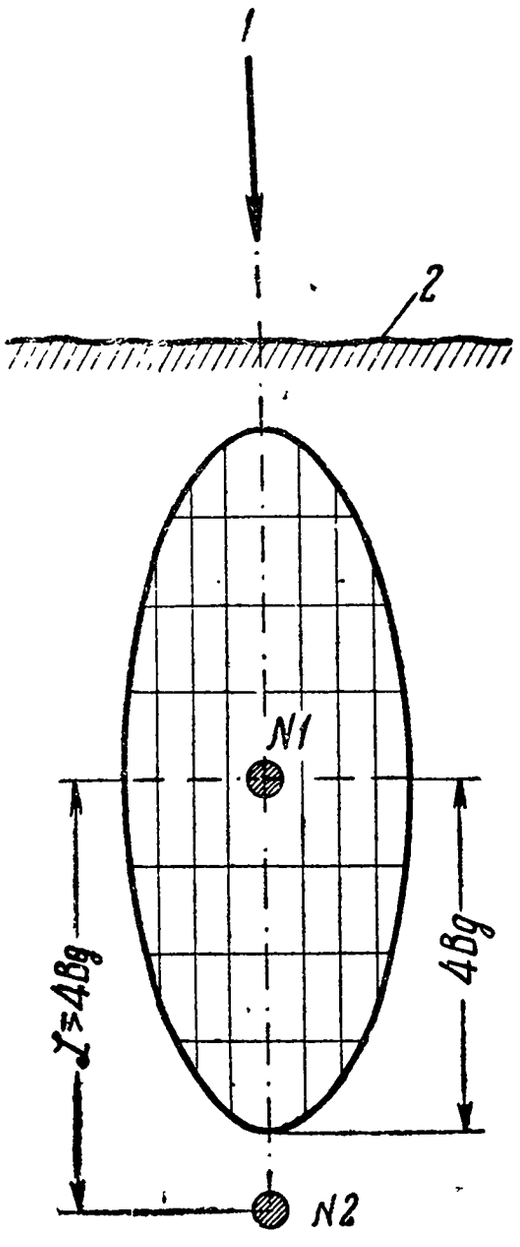


Рис. 15. Схема к определению расстояния между сооружениями по глубине: *1* — направление артогня противника; *2* — передний край обороны

Поэтому при определении расстояния между сооружениями следует принимать в расчет дальность стрельбы артиллерии разрушения в пределах до 6—8 км, учитывая вероятные отклонения при этих дистанциях.

Расстояние в глубину между сооружениями следует определять из условия фронтального направления стрельбы артиллерии противника, при котором большая ось эллипса рассеивания снарядов расположится перпендикулярно фронту (рис. 15). Минимальное расстояние между сооружениями по глубине должно приниматься не менее 4 вероятных отклонений по дальности ($4B_д$), что составит в среднем 200—250 м.

При определении расстояния по фронту между

сооружениями следует исходить из условия косоприцельного направления стрельбы артиллерии разрушения, при котором эллипс рассеивания снарядов ляжет под некоторым углом α к линии фронта, зависящим от направления огня. Угол направления стрельбы артиллерии по отношению к переднему краю обороны может доходить до 45°.

Таким образом расстояние по фронту между смежными сооружениями следует определять, исходя из положения эллипса рассеивания снарядов при стрельбе артиллерии косоприцельным огнем.

Тогда минимальное расстояние по фронту между сооружениями определится из треугольника OAC (рис. 16)

$$OC = \frac{OA}{\sin \alpha},$$

но так как $OA = 4B_б$, то $OC = \frac{4B_б}{\sin \alpha}$.

Учитывая, что срединные боковые отклонения могут быть больше табличных в 1,5 и более раза, расстояние по фронту между сооружениями следует принимать не менее $8B_б$, с учетом возможного направления стрельбы.

Тогда безопасное расстояние по фронту определится по формуле:

$$x = \frac{8B_б}{\sin \alpha}, \qquad (1)$$

где: x — безопасное расстояние между сооружениями;

$B_б$ — табличное вероятное боковое отклонение;

α — угол, составленный направлением стрельбы и линией фронта.

Необходимо учитывать также влияние местности у цели на изменение величины рассеивания снарядов и вносить соответствующие поправки в табличные величины вероятных отклонений.

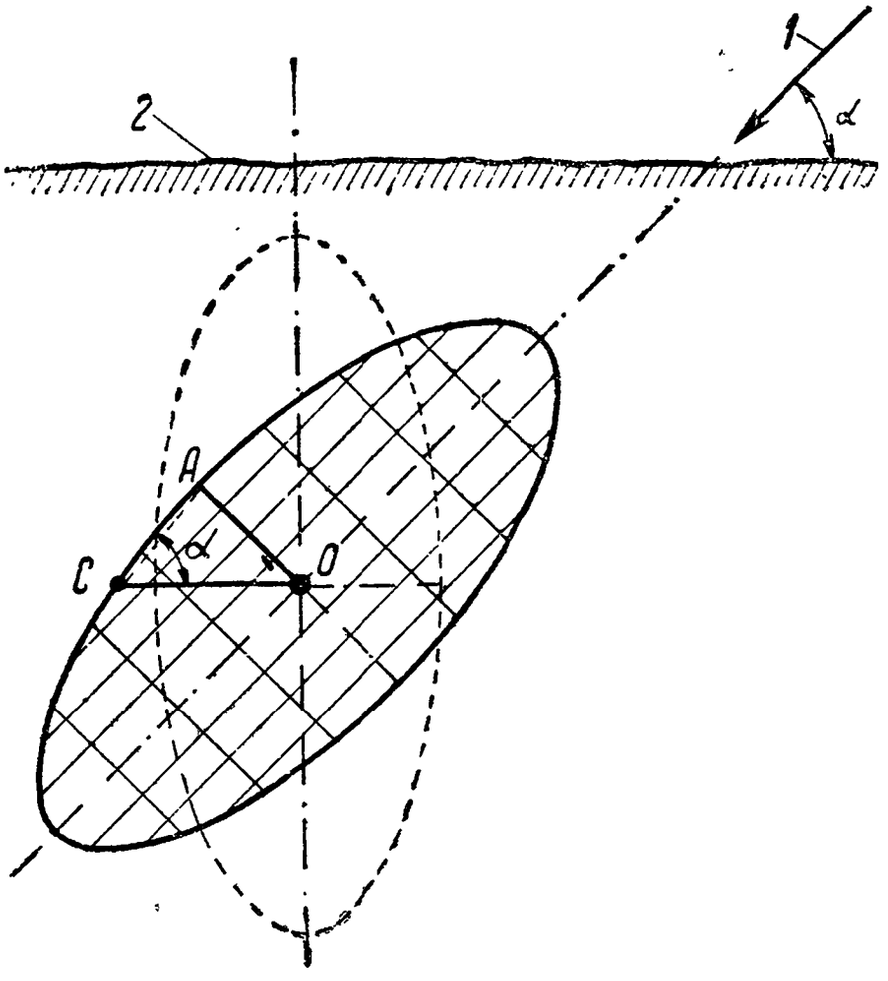


Рис. 16. Схема к определению расстояний между сооружениями по фронту: *1* — направление артогня противника; *2* — передний край обороны

Если в районе падения снарядов местность имеет наклон в сторону стреляющего орудия, то величина вероятного отклонения по дальности уменьшится сравнительно с табличной и будет равна (рис. 17):

$$B_{д_1} = \frac{B_д \sin \theta}{\sin (\theta + \alpha)}, \qquad (2)$$

где: $B_{д_1}$ — искомая величина вероятного отклонения по дальности;

$B_д$ — табличная величина вероятного отклонения по дальности;

θ — угол падения снарядов;

α — угол наклона местности в районе падения снарядов.

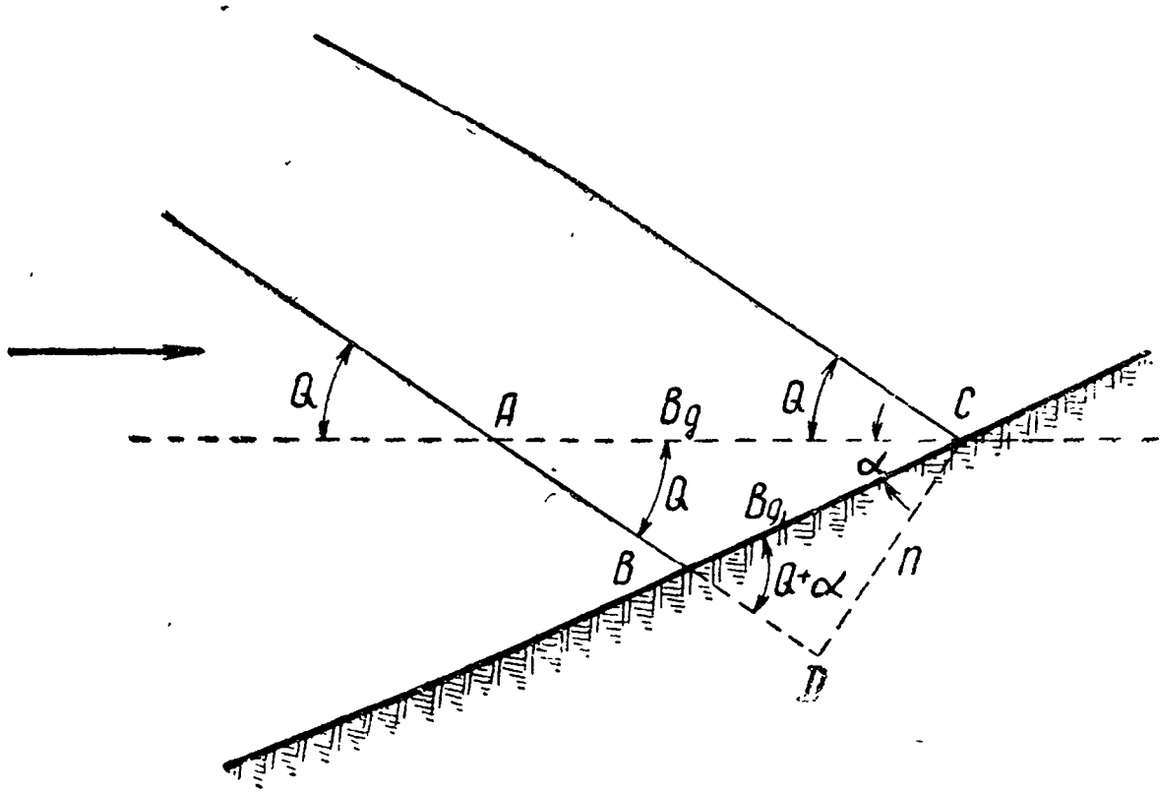


Рис. 17. Определение величины $B_{д_1}$ при наклоне местности у цели в сторону батареи

Если же в районе цели местность имеет наклон в обратную сторону от стреляющего орудия (обратные скаты), то величина вероятного отклонения по дальности будет увеличиваться и станет равной (рис. 18):

$$B_{д_1} = \frac{B_д \sin \theta}{\sin (\theta - \alpha)}, \qquad (3)$$

Здесь значения букв те же, что и в формуле (2).

Точно так же следует поступать и при определении расстояния по фронту между сооружениями, т. е. учитывать влияние наклона местности в районе цели на величину вероятных отклонений и вносить соответствующие поправки к их табличным зна-

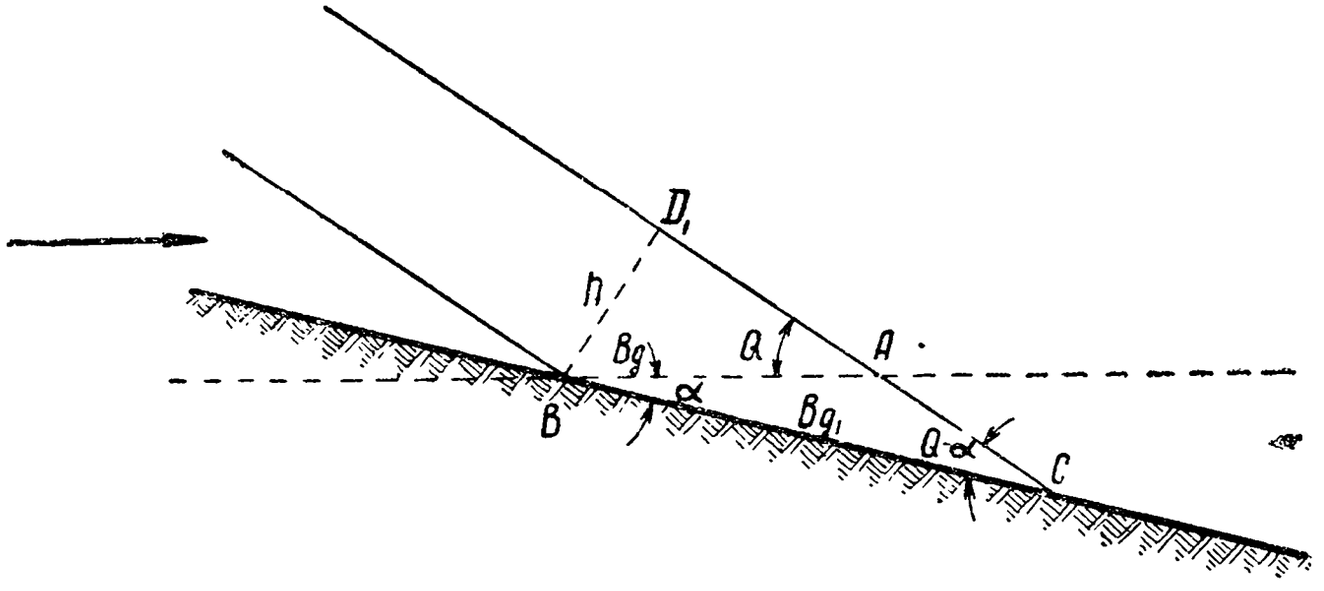


Рис. 18. Определение величины $B_{д_1}$ при наклоне местности у цели в сторону, обратную батарее

чениям. Во всех случаях расстояние по фронту между смежными сооружениями принимается не менее 50 м.

При одном и том же наклоне местности и постоянной дальности стрельбы на величину вероятных отклонений влияет также угол падения снарядов.

Увеличение угла падения при стрельбе по переднему скату увеличивает вероятные отклонения по дальности и уменьшает при стрельбе по обратному скату. Поэтому для разрушения фортификационных сооружений, расположенных на обратных скатах, применяется преимущественно навесный огонь гаубиц с углом падения снарядов 56—60°.

Для разрушения фортификационного сооружения, расположенного на переднем скате, могут быть применены и пушки, особенно если обнаружена напольная стенка сооружения.

Глава II

РЕКОГНОСЦИРОВКА ОБОРОНИТЕЛЬНОГО РАЙОНА. РАЗБИВКА И ПОСАДКА ФОРТИФИКАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ

Организация рекогносцировочной группы, ее состав и снаряжение

Фортификационным работам по укреплению оборонительного района предшествует тщательное изучение местности и ее ресурсов как по картам, так и путем инженерной разведки, с целью получения всех необходимых данных для проектирования и возведения отдельных фортификационных сооружений и оборонительного района в целом.

Для производства разведки оборонительного района назначается рекогносцировочная группа. Работа рекогносцировочной группы проводится на основе утвержденного командованием общего решения на организацию обороны. Группа, рекогносцирующая оборонительный район, возглавляется общевойсковым начальником. В состав рекогносцировочной группы обязательно входят представитель оперативного отдела штаба и начальники (или их представители) родов войск — артиллерии, связи, инженерных и др. Кроме того, для выполнения специальных ра-

бот (топографические съемки, гидрогеологическая разведка и пр.) привлекаются геодезисты, гидрогеологи, а также подсобные рабочие.

Ниже рассмотрим работу рекогносцировочной группы, проводимую в условиях, когда укрепление оборонительной полосы выполняется вне соприкосновения с противником, т. е. в условиях заблаговременной подготовки, независимо от того, применяются ли здесь средства временной или долговременной фортификации. Это позволит показать работу рекогносцировочной группы наиболее полно.

Подготовительные работы. Получив задание на рекогносцировку оборонительного района, рекогносцировочная группа, перед выходом в поле, выполняет ряд подготовительных работ.

К таким работам относятся.

1. Изучение решения командования на оборону и указаний по рекогносцировке оборонительного района.

В решении командования обыкновенно указываются:

а) участок обороны или границы батальонного района, в зависимости от объема и задач, возложенных на рекогносцировочную группу;

б) состав и задачи подразделений, назначенных в сковывающую группу;

в) танкоопасные направления и районы для устройства инженерных противотанковых препятствий;

г) огневые задачи оборонительного района, меры по организации огня перед передним краем, на стыках и в глубине оборонительного района;

д) характер инженерных работ по укреплению оборонительного района и срок готовности.

Все указания и распоряжения командования по рекогносцировке оформляются приказом, к которому прикладывается карта с нанесенным на ней тактическим решением.

2. Изучение местности и ее ресурсов как по картам, так и путем опроса местных жителей, с целью получения необходимых данных, определяющих условия производства работ, наличие местных строительных материалов и рабочей силы, состояние дорог, водоисточников и т. д.

3. Составление предварительного тактико-фортификационного решения системы огня и препятствий в оборонительном районе. Предварительное решение системы огня и препятствий выполняется на карте крупного масштаба (1 : 10 000). На карте условными знаками отмечаются места всех основных сооружений с указанием задач для каждого из них.

4. Составление маршрута рекогносцировки. Маршрут следования рекогносцировочной группы намечается начальником группы на карте с таким расчетом, чтобы проездом по переднему краю и по глубине можно было детально просмотреть весь район обороны. На пути следования рекогносцировочной группы намечаются остановки. Количество остановок и продолжительность каждой из них могут быть различны, в зависимости от характера местности и наличия времени.

5. Составление плана работ. Планом работ предусматриваются: задания начальникам родов войск, вытекающие из их обязанностей, последовательность работ по рекогносцировке и сроки начала и окончания работ как по отдельным видам, так и рекогносцировке оборонительного района в целом.

Снаряжение рекогносцировочной группы. В целях успешного проведения работы по рекогносцировке оборонительного района, рекогносцировочная группа должна быть снабжена всеми необходимыми материалами и снаряжением. Для полевой работы рекогносцировочная группа должна иметь:

1) инструкцию по проведению рекогносцировки;
2) альбом типовых сооружений;
3) бланки формулярной карточки;
4) таблицы стрельбы;
5) рабочие тетради;
6) планшет с увеличенной картой местности;
7) геодезический инструмент с принадлежностями (артиллерийскую буссоль или теодолит, нивелир, рейки, вехи, измерительную ленту, колышки);
8) простейший шанцевый инструмент — топоры, лопаты;
9) земляной бур;
10) средства транспорта.

Кроме того, в комплекте снаряжения рекогносцировочной группы желательно иметь полевую лабораторию для определения качества воды и местных строительных материалов (песка, камня и т. д.).

Каждый участник рекогносцировочной группы должен иметь полевую сумку, карту, рабочую тетрадь, цветные и простые карандаши, компас, уклономер, циркуль, линейку, угольник и транспортир.

Полевая работа. Полевая работа рекогносцировочной группы начинается с изучения местности как перед передним краем, так и в глубине оборонительного района, с одновременным уточнением предварительного тактико-фортификационного решения системы огня и препятствий, после чего реког-

ноc ировочная группа приступает к выбору места расположения отдельных сооружений.

Последовательность работ при рекогносцировке расположения отдельного сооружения следующая:

1) уточнение боевых задач сооружения и места его возведения;

2) составление задания на проектирование сооружения или выбор имеющегося в наставлениях готового типа;

3) определение условий посадки сооружения и производства работ.

После решения всех перечисленных вопросов, на местности закрепляется центр будущего сооружения забивкой кола и проводятся топографические и геодезические работы, данные которых необходимы как при проектировании фортификационного сооружения, так и при его возведении.

Топо-геодезические работы по разбивке фортсооружения содержат: измерение азимутов направлений стрельбы и выхода из сооружения, нивелирование основных направлений с целью выявления мертвых пространств и работ по планировке местности, измерение углов места цели, съемку кроки расположения фортификационного сооружения и ориентирование центра сооружения по местным предметам (см. главу III).

Все геодезические работы могут проводиться одним из следующих комплектов инструмента:

I комплект — теодолит с вертикальным кругом, со штативом, рейка и мерная лента;

II комплект — теодолит и нивелир со штативами, две рейки и мерная лента;

III комплект — артиллерийская буссоль и нивелир со штативом, две рейки и мерная лента;

IV комплект — гониометр, нивелир со штативом, две рейки и мерная лента.

Наилучшими комплектами являются II и III, но в крайнем случае работа может выполняться и IV комплектом.

Камеральная работа. Камеральной работой предусматривается оформление данных рекогносцировки, а именно: составление окончательного проекта тактико-фортификационного решения оборонительного района, составление пояснительной записки с подсчетом количества сооружений, материалов и стоимости; обработка результатов полевых измерений и оформление формулярных карточек для каждого сооружения.

Уточнение боевых задач сооружения, выбор типа сооружения и места его возведения

Боевые задачи сооружения, равно как и место его возведения в оборонительном районе, предварительно намечаются при решении системы огня и препятствий на карте. Работа в поле начинается с уточнения на местности боевых задач сооружения, установления типа сооружения и места его посадки.

Все эти вопросы тесно связаны между собой единым тактическим замыслом, а потому при решении одного из них необходимо учитывать влияние других.

Четкая постановка задач в отношении сооружения необходима для решения ряда тактико-фортификационных вопросов, а именно: для определения сектора и дальности огня из сооружения, характера и количества вооружения, условий боевого обеспечения и сопротивляемости сооружения. Кроме того, наличие сформулированных стрелково-тактических

задач сооружения необходимо также для коменданта сооружения, который будет обеспечивать их выполнение.

При постановке огневых задач для сооружения необходимо указывать основную и дополнительную задачи. Стрелково-тактические задачи в данном слу-

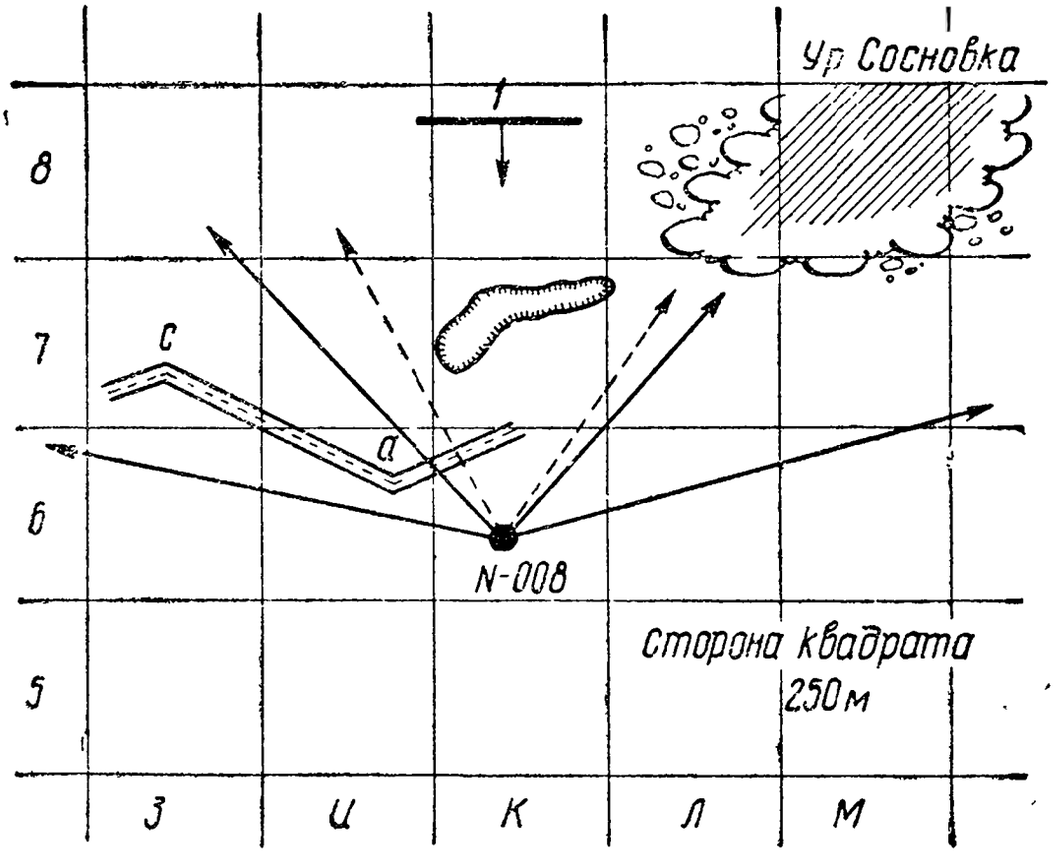


Рис. 19. Схема огневых задач сооружения:
1 — противник

чае должны быть кратки и поставлены в конкретной форме. Например, для сооружения № 008 (рис. 19) основная задача — обстрел орудийно-пулеметным огнем выходов из урочища «Сосновка» и противотанкового рва на участке *са;* дополнительная задача — обстрел пулеметным огнем выходов из оврага, расположенного перед фронтом сооружения (квадрат 7 *к*).

Одновременно с уточнением боевых задач сооружения устанавливается и тип сооружения.

Выбор типа фортификационного сооружения обусловливается не только стрелково-тактическими задачами, но и характером местности. Учет местных факторов, влияющих на условия обзора, обстрела и маскировки сооружения, позволит наиболее эффективно решить поставленную задачу.

Фортификационное обеспечение огневых задач в каждом конкретном случае должно решаться различными техническими приемами и формами в соответствии с характером местности. Это позволит, с одной стороны, избежать шаблонных (типовых) решений, а с другой стороны, индивидуальное решение каждого сооружения наилучшим образом обеспечивает внезапность огневой системы обороны.

Рассмотрим в качестве иллюстрации пример фортификационного обеспечения огневых задач, поставленных для сооружения № 008 (рис. 19). Количество вооружения условно примем: две 45-мм противотанковые пушки, один станковый пулемет и один ручной пулемет.

Фортификационных решений по выбору типа сооружения в данном случае может быть несколько и все они будут обусловливаться главным образом характером местности (рельеф, покров). Если местность открытая и в топографическом отношении представляет равнину или пологий передний скат, целесообразно огневые средства рассредоточить в отдельных казематах узкого обстрела и по возможности внезапного действия (рис. 20 А). Это позволит обеспечить большую живучесть сооружению. В том случае, если маскировочные свойства местности (лес, кустарник, каменные строения и др.) допускают хорошее укрытие сооружения от наблюдения, возможно огневые средства расположить в одном сооружении широкого обстрела (рис. 20 Б). На всхолм-

ленной местности поставленная задача могла бы быть решена путем применения капонира на две 45-мм пушки, расположенного на обратном скате, и пулеметного гнезда — на переднем скате для фронтальной обороны сооружения (рис. 20 *В*). В условиях пересеченного рельефа местности выполнение столь широких огневых задач чаще всего представ-

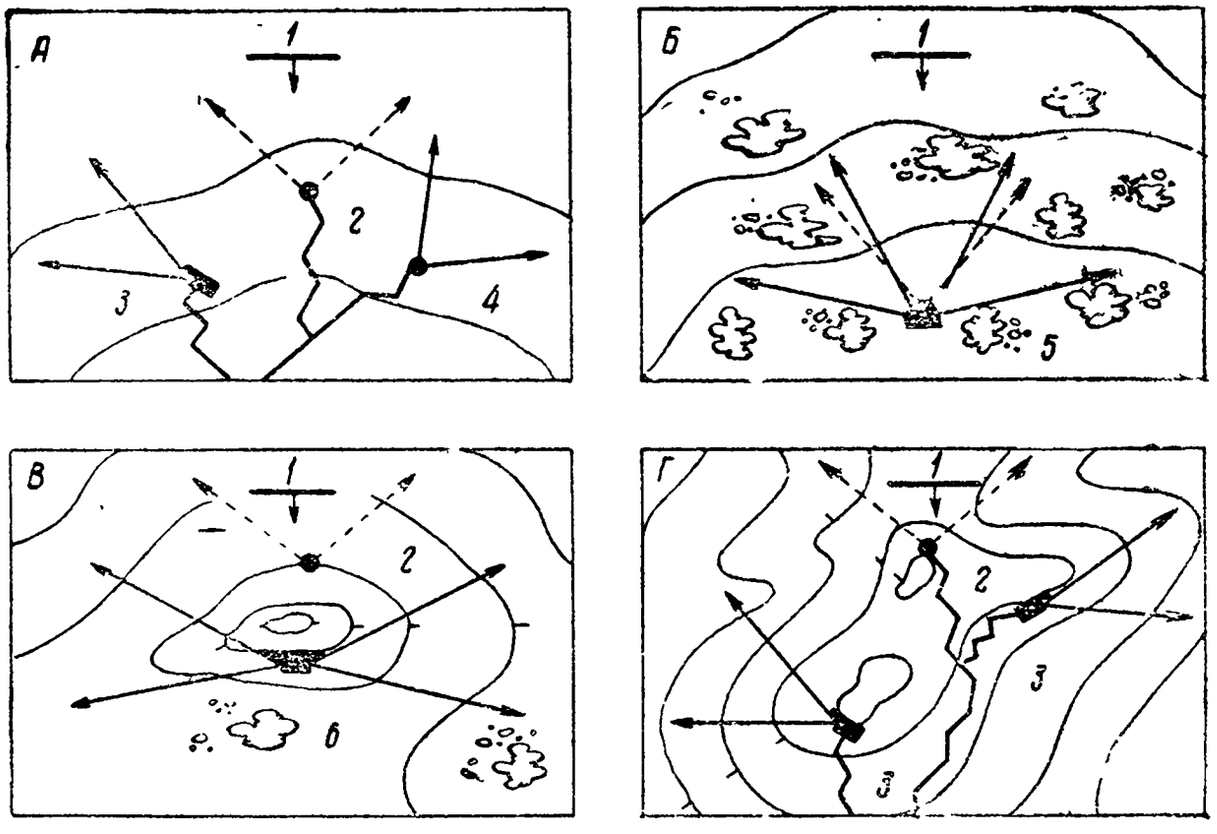


Рис. 20. Схема различных вариантов фортификационных сооружений: *1* — противник; *2* — пулеметная СОТ; *3* — полукапонир; *4* — орудийная СОТ; *5* — фронтальная ОТ широкого обстрела; *6* — капонир

ляется возможным из сооружения расчлененной формы, т. е. путем возведения отдельных казематов на переднем и обратном скатах, соответственно огневым задачам (рис. 20 *Г*), или путем применения убежища для огневых средств и маскированных окопов.

Приведенный пример показывает, что решение одной и той же огневой задачи может выполняться различными приемами и в различных фортификационных формах. Окончательный выбор типа сооружения должен производиться с учетом наилучшего выполнения боевых задач, объема работ и стоимости сооружения.

Разбивка и посадка огневых фортификационных сооружений на местности

Разбивка и посадка огневых фортификационных сооружений выполняется в соответствии с их огневыми задачами и условиями местности. Основными вопросами разбивки и посадки огневого сооружения являются:

а) ориентировка сооружения на местности;

б) определение глубины посадки сооружения;

в) определение вертикальных углов обстрела.

Полученные данные по разбивке и посадке сооружения фиксируются в формулярной карточке. Формулярная карточка (см. приложение IV) составляется для каждого сооружения и служит проектным заданием и основным документом при возведении сооружения. Все вопросы, касающиеся проектирования сооружения (тип, этажность, вооружение, сопротивляемость, раствор амбразур, углы склонения и возвышения и др.), а также условий производства работ и эксплоатации сооружения, должны быть решены в поле, т. е. на месте расположения данного сооружения.

Ориентировка огневых сооружений. Ориентировка огневых сооружений на местности проводится в соответствии с заданным направлением стрельбы из сооружения и вероятными на-

правлениями стрельбы артиллерии противника по сооружению. Последнее особенно важно при ориентировке фланкирующих сооружений и для определения направлений входов (или выходов) в сооружения.

Ориентировка фланкирующих сооружений (полукапониров, капониров) проводится, исходя из условия обеспечения амбразур от прямых попаданий артснарядов противника. Это достигается путем укрытого расположения сооружения на местности (обратные скаты высот, лес, населенные пункты и др.), конструктивными мерами (устройство навесных козырьков, защитных крыльев) и соответствующей ориентировкой сооружения по отношению к вероятному направлению артогня противника.

При ориентировке фланкирующего сооружения, расположенного у переднего края обороны, направление директрисы огня выгодно устанавливать параллельно направлению линии переднего края рис. 21 *а*). При таком положении флинкирующего сооружения создаются лучшие условия обеспечения амбразур от прямых попаданий в них снарядов противника, особенно при стрельбе артиллерии со средних и ближних дистанций, в то же время обеспечивается необходимая дальность косоприцельного огня в полосе перед передним краем обороны.

Например (рис. 21 *б*), при дальности огня из сооружения $l = 1000$ м и угле фланкирования $\alpha = 60°$ дальность огня перед передним краем l_1 будет

$$l_1 = l \sin \frac{\alpha}{2} = 1000 \times 0{,}5 = 500 \text{ м}.$$

Для полукапониров и капониров, расположенных в глубине обороны и укрытых от наземного наблю-

дения противника, допустимо директрису огня смещать в сторону противника на угол 10—15° (рис. 22 *а*). При таком положении фланкирующие со-

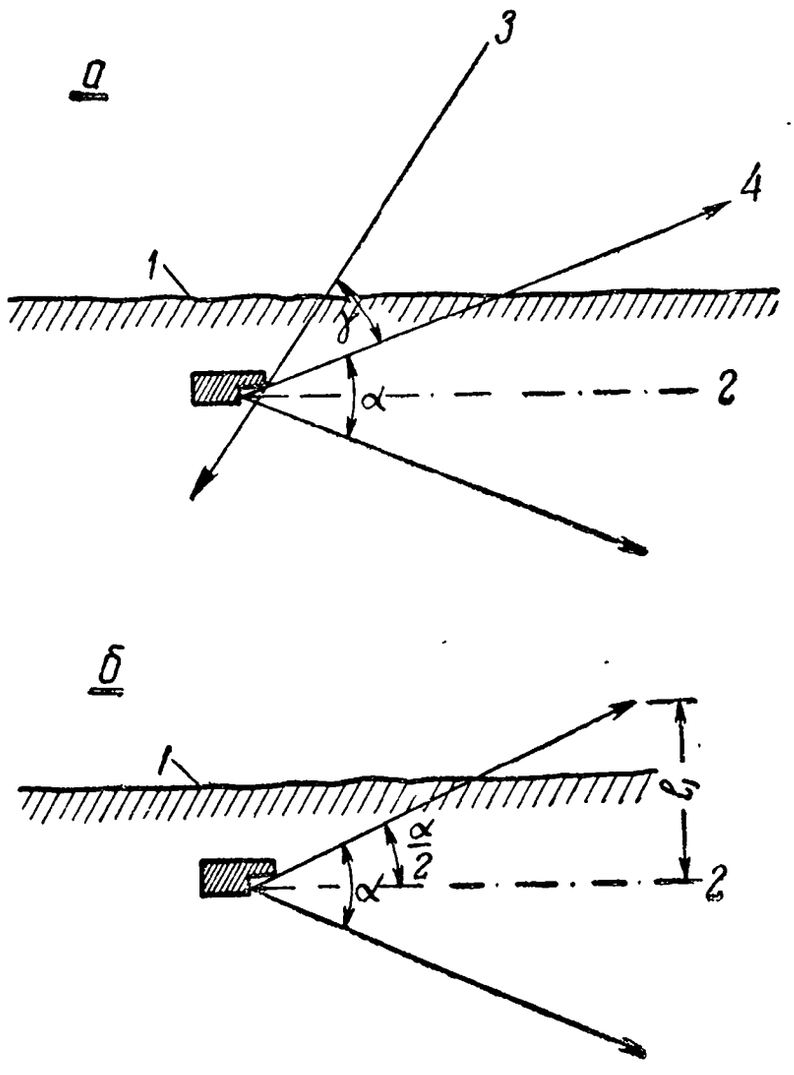


Рис. 21. Схема ориентировки фортификационного сооружения флангового действия, расположенного у переднего края оборонительного района: α — угол фланкируемого направления; γ — угол между крайним направлением артогня противника и крайним направлением огня из сооружения: *1* — линия переднего края обороны, *2* — директриса, *3* — крайнее правое направление артогня противника, *4* — крайнее левое направление огня из сооружения

оружения, расположенные в глубине оборонительного района в 300—500 м, способны взаимодействовать огнем с сооружениями, расположенными по

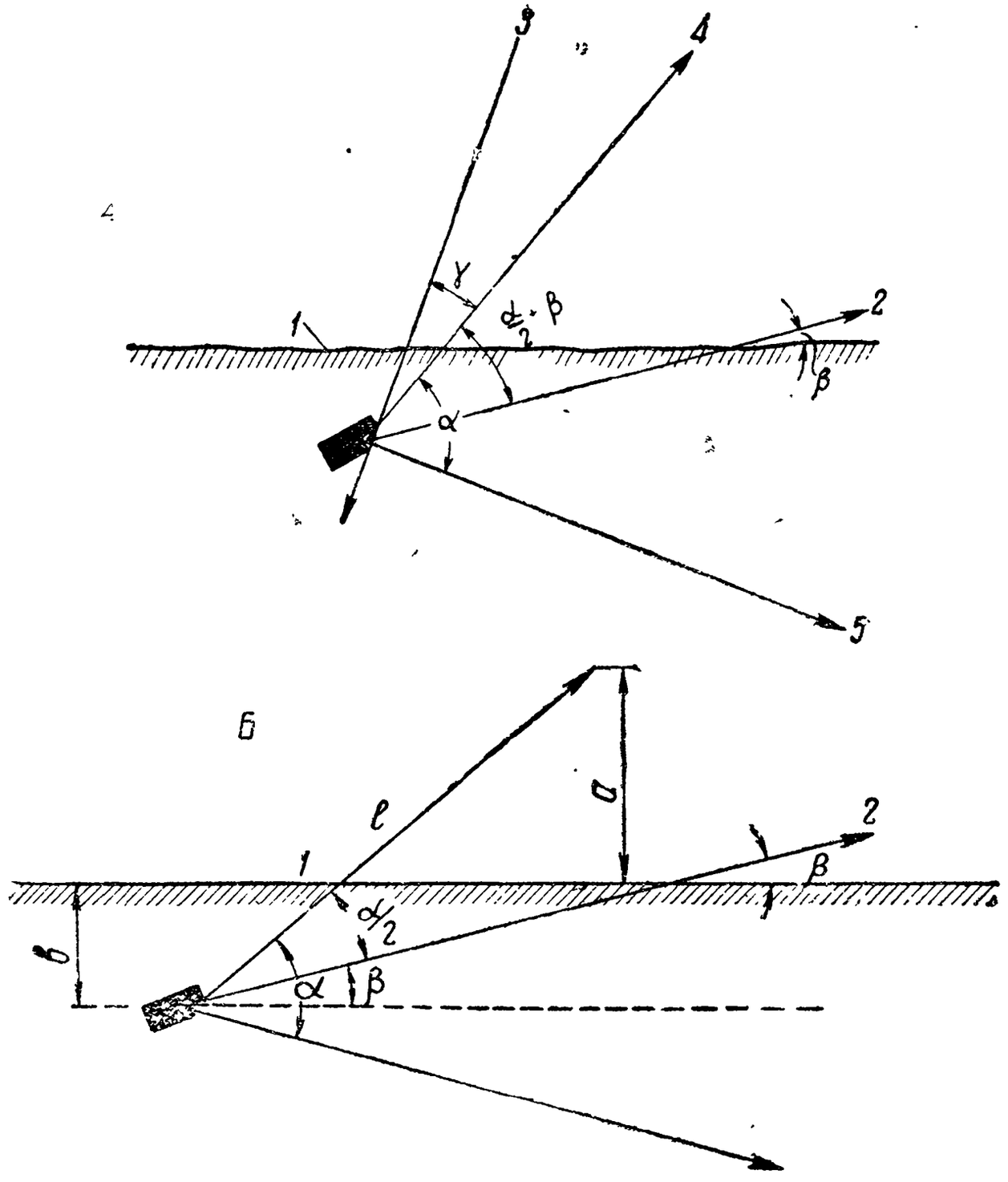


Рис. 22. Схема ориентировки фортификационного сооружения, расположенного в глубине оборонительного района. α — угол фланкируемого направления; β — угол между линией переднего края и директрисой огня из сооружения; γ — угол между крайним направлением артогня противника и директрисой огня из сооружения: *1* — линия переднего края, *2* — директриса, *3* — крайнее правое направление артогня противника, *4* — крайнее левое направление огня из сооружения, *5* — крайнее правое направление огня из сооружения

переднему краю, и участвовать в борьбе за передний край.

Так например (рис. 22 *Б*), фланкирующее сооружение, расположенное на расстоянии 400 м в глубине от переднего края, при угле смещения директрисы в сторону противника $\beta = 15°$, дальности огня $l = 1000$ м и угле фланкирования $\alpha = 60°$, может вести косоприцельный огонь в полосе перед передним краем

$$a = l \sin\left(\frac{\alpha}{2} + \beta\right) - b = 1000 \times 0{,}707 - 400 \approx 300 \text{ м}.$$

При ориентировке фланкирующих сооружений горизонтальный раствор амбразур в сторону противника должен приниматься таким, при котором исключалась бы возможность прямого попадания в них снарядов противника. Для этого необходимо, чтобы угол γ, составленный крайним направлением огня из сооружения в сторону противника и вероятным крайним направлением артогня противника, составлял не менее 10° (рис. 21 *а*, 22 *А*).

Вероятные крайние направления артогня противника определяются для каждого сооружения по карте. Для этого на карте выявляют районы, удобные для организации артпозиций и наблюдательных пунктов, а затем с помощью транспортира определяют азимуты крайних направлений артогня противника по сооружению.

Предельное значение азимутов крайних направлений артогня противника проверяется графическим способом (рис. 23). С этой целью на карте, параллельно переднему краю оборонительного района, проводится первая линия — ближняя граница зоны

артпозиций противника. Расстояние до первой линии от переднего края обороны принимается 2—3 км, так как артиллерия разрушения чаще всего развертывается в 5—6 км от переднего края. Затем в

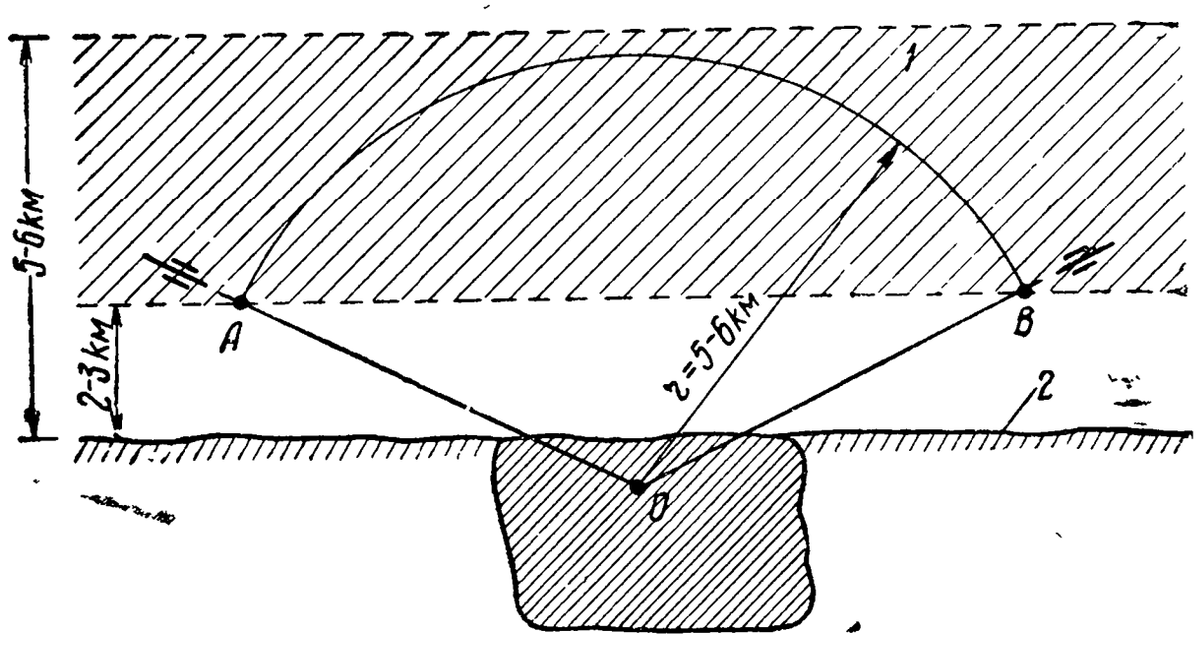


Рис. 23. Определение предельных значений крайних направлений артогня противника: *1* — зона артпозиций противника; *2* — линия переднего края обороны

5—6 км от переднего края проводится вторая параллельная линия — дальняя граница зоны артпозиций противника. Из центра сооружения радиусом 5—6 км проводится дуга окружности до пересечения с первой линией. Соединяя точки пересечения **A** и **B** с центром сооружения **O**, получим предельное значение крайних направлений артогня противника. Азимуты крайних направлений **AO** и **BO** определяются транспортиром.

Ориентировка фронтальных сооружений широкого обстрела с двумя и больше непараллельными амбразурами состоит в определении положения директрис и крайних направлений огня каждой амбразуры.

Общий сектор обстрела в градусах составляется из суммы секторов всех амбразур за вычетом углов перекрытия между смежными амбразурами.

Горизонтальный раствор амбразур для железобетонных и дерево-земляных сооружений допускается не более 70°, а для броневых сооружений 90°.

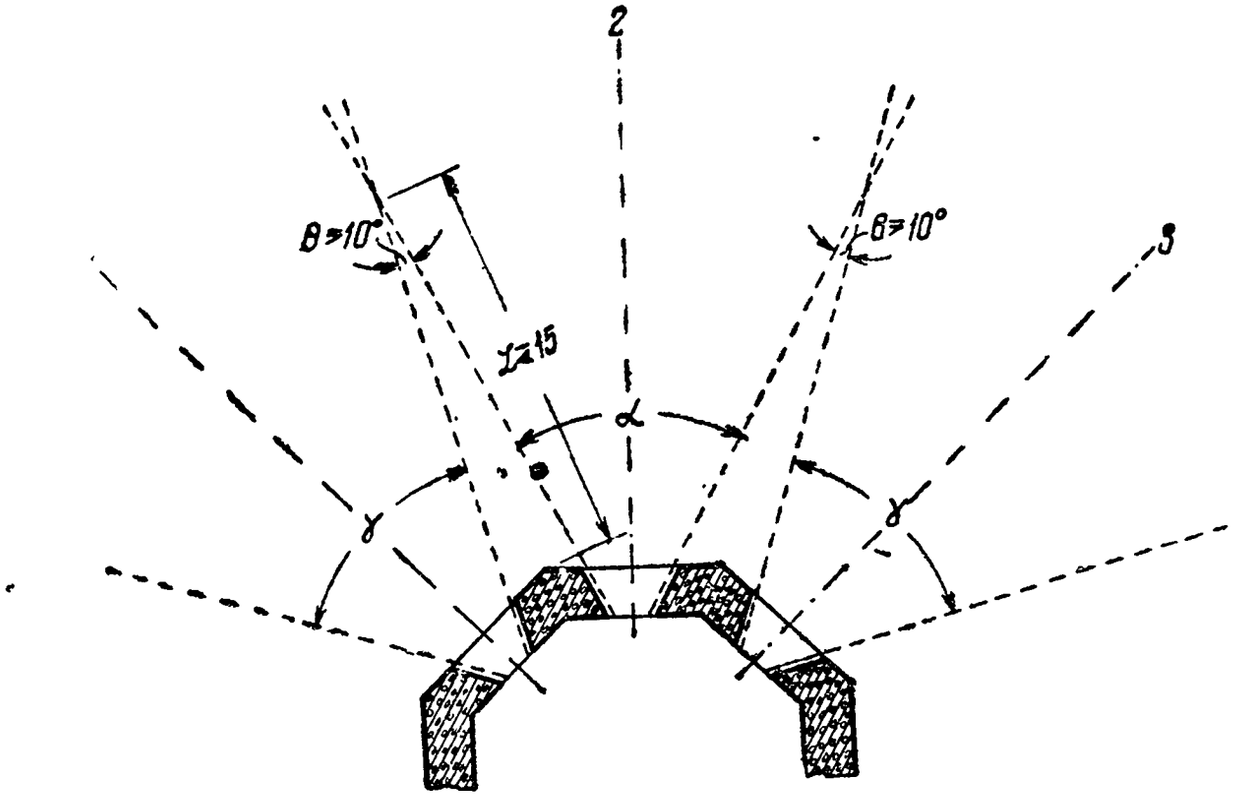


Рис. 24. Углы перекрытия смежных амбразур: *1* — директриса левой амбразуры; *2* — директриса средней амбразуры; *3* — директриса правой амбразуры

Горизонтальные углы обстрела амбразур сооружения в общем случае принимаются одинаковыми. Однако допускается в сооружении иметь амбразуры с разными углами обстрела.

Угол перекрытия θ между крайними выстрелами смежных амбразур должен быть не менее 10°, с тем чтобы при крайнем положении оружия перекрещивание огня было не далее 15 м от сооружения (рис. 24).

Практически определение положения директрис и крайних направлений огня каждой амбразуры фронтального сооружения производится следующим образом. Пусть задан общий сектор обстрела для железобетонной огневой точки в 160°; при этом азимут крайнего левого направления огня из сооружения равен 270°, а крайнего правого направления 70°.

Для нашего случая необходимо иметь сооружение с тремя амбразурами. Полный раствор трех амбразур определится как сумма углов заданного общего сектора обстрела и двух углов перекрытия и будет равен $160+(2\times10)=180°$. Раствор для каждой амбразуры необходимо принять $\frac{180°}{3}=60°$.

Азимуты директрис и крайних направлений огня каждой амбразуры с учетом углов перекрытия будут равны:

Левая амбразура

крайнее левое направление	270°
директриса	300°
крайнее правое направление	330°

Средняя амбразура

крайнее левое направление	3 0°
директриса	350°
крайнее правое направление	10°

Правая амбразура

крайнее левое направление	10°
директриса	40°
крайнее правое направление	70°

Проверка правильности найденных азимутов направлений огня и положений директрис производится графическим способом, т. е. построением схемы

огня (рис. 25), которая составляется одновременно с заполнением формулярной карточки сооружения.

Определение направления выхода из сооружения. Направление выхода из со-

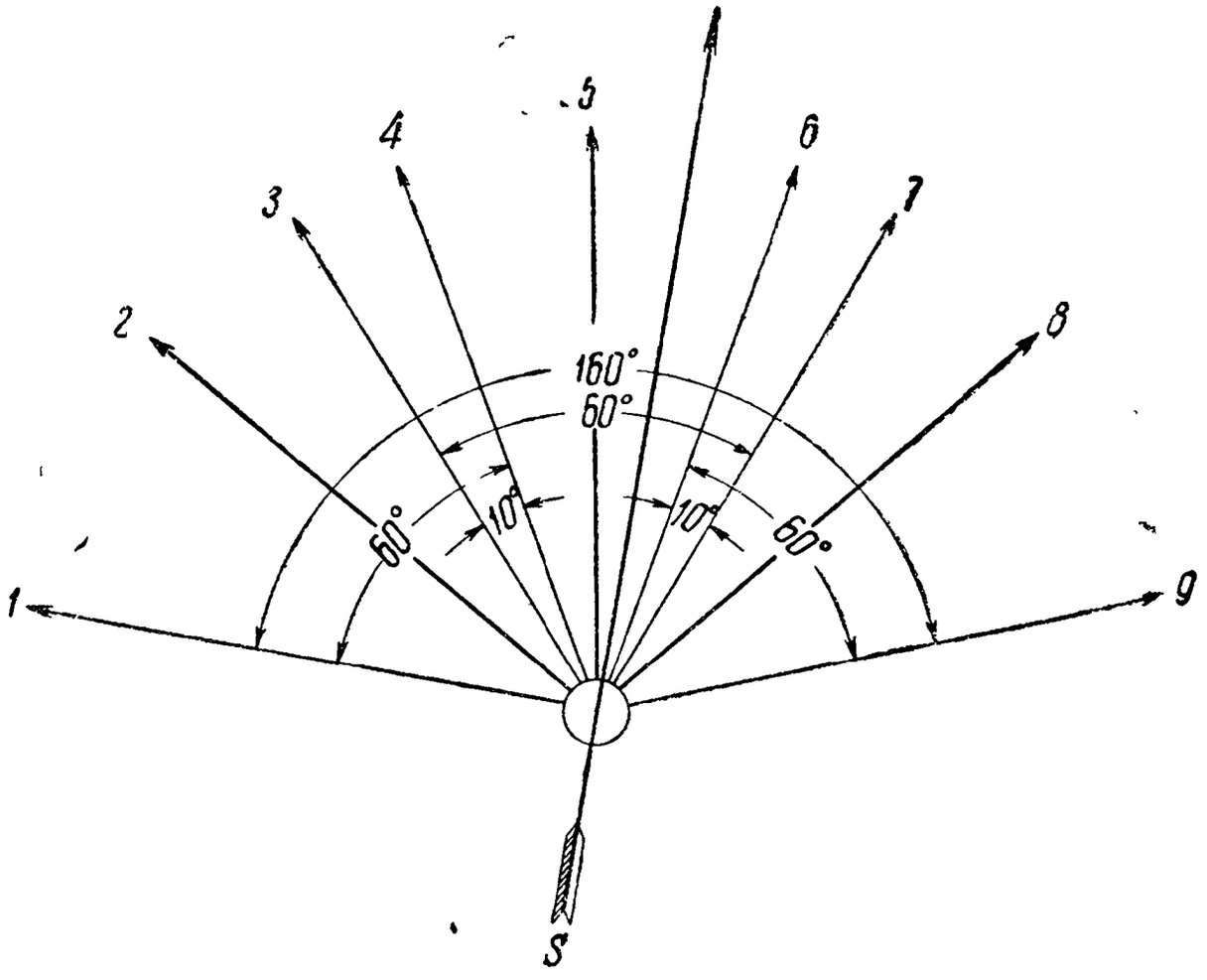


Рис. 25. Схема огня и азимуты директрис крайних выстрелов амбразур. Левая амбразура: *1* — крайний левый выстрел, аз = 270°; *2* — директриса, аз = 300°; *4* — крайний правый выстрел, аз = 330°; правая амбразура: *6* — крайний левый выстрел, аз = 10°; *8* — директриса, аз = 40°; *9* — крайний правый выстрел, аз = 70°; средняя амбразура: *3* — крайний левый выстрел, аз = 320°; *5* — директриса, аз = 350°; *7* — крайний правый выстрел, аз = 20°

оружения определяется в зависимости от возможного направления артогня противника. Желательно направление выхода давать по биссектрисе угла, образованного двумя наиболее опасными крайними на-

правлениями артогня противника. Тогда азимут выхода из сооружения определится как полусумма азимутов крайних направлений артогня противника.

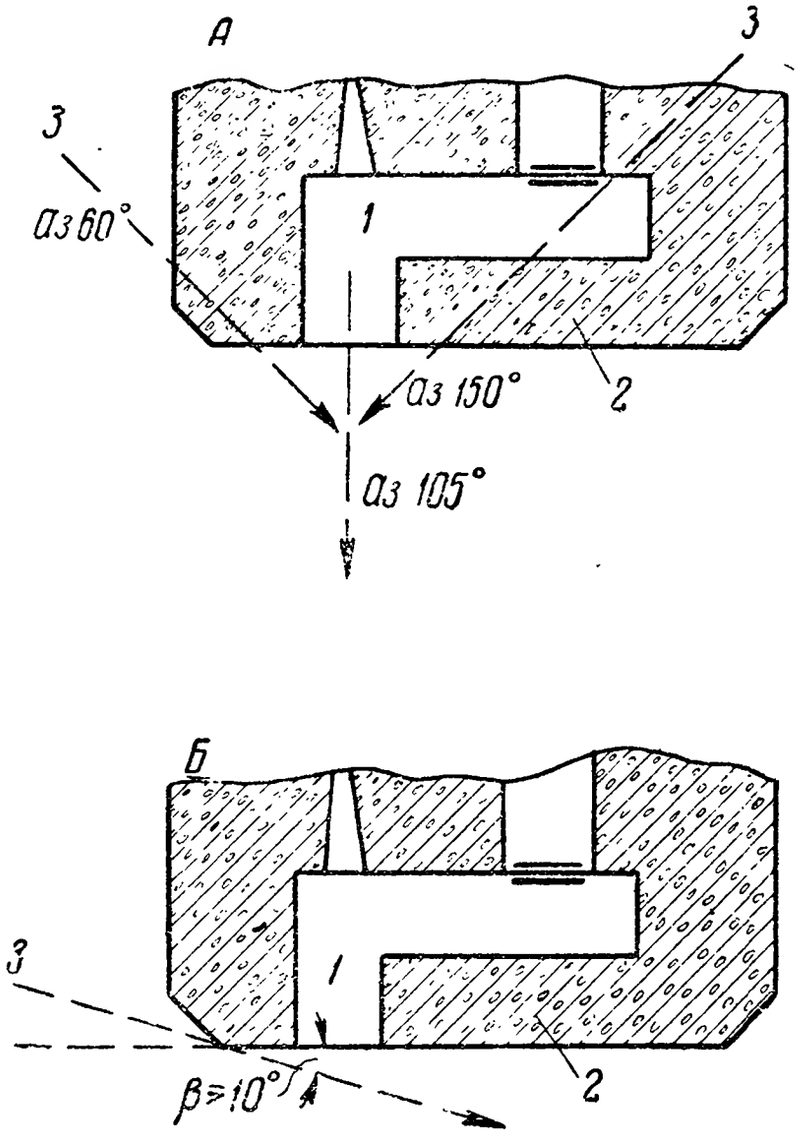


Рис. 26. Схема ориентирования входа: *1* — вход; *2* — тыльная стенка сооружения; *3* — направление артогня противника

Например (рис. 26), азимут артогня слева 60°, азимут артогня справа 150°. Азимут выхода

$$\frac{60° + 150°}{2} = 105°.$$

Требование совмещения азимутов выхода с биссектрисой угла крайних направлений артогня против-

ника для конкретных условий не всегда может быть выполнимо, так как это иногда вызывает дополнительные работы по устройству сообщений или сложность проектирования входа и его обороны. Поэтому в частных случаях допускается ориентировать на местности вход так, чтобы исключалась возможность только непосредственного попадания в него снарядов. Для этого угол между опасным направлением артогня противника и направлением тыльной стенки, в которой устраивается вход, должен быть не менее 10° (рис. 26 *Б*).

Определение глубины посадки сооружения. Глубина посадки сооружения определяется положением горизонта оружия или так называемой нулевой линией сооружения **00** (рис. 27). Посадка огневых сооружений делается более низкой, чтобы улучшить условия маскировки и придать устойчивость сооружению при взрывах. Но при определении глубины посадки сооружения необходимо учитывать условия ведения огня на заданную дистанцию, уровень грунтовых вод и возможную глубину снежного покрова.

При очень низкой посадке сооружения при взрывах разорвавшихся вблизи снарядов возможны случаи закрытия амбразур снаружи землей, снегом, бревнами (в лесу) и маскировочными конструкциями. Поэтому для лесных районов и районов с глубоким снежным покровом посадка огневых сооружений делается более высокой, чем на открытой местности.

В условиях равнинной местности, при средней толщине снежного покрова 20 см, превышение нулевой линии над местным горизонтом принимается для пулеметных сооружений около 40 см, орудийных сооружений для 45-мм пушек — 50 см и орудийных сооружений для 76-мм пушек — 70 см. В лесных

районах превышения нулевой линии над местным горизонтом соответственно увеличиваются до 70, 80 и 100 см.

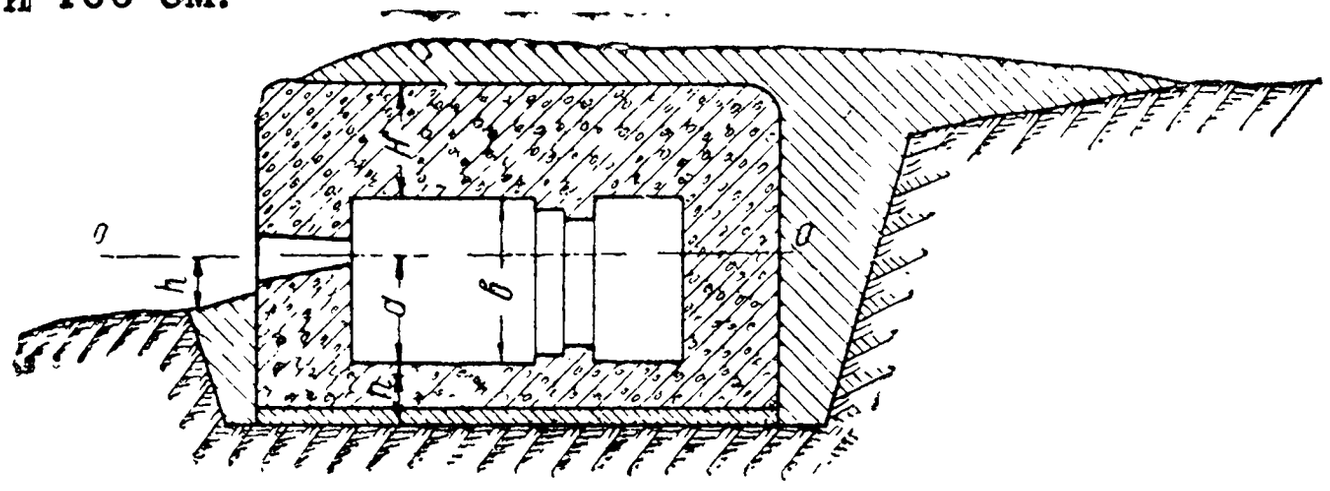


Рис. 27. Глубина посадки казематированного огневого сооружения: 00 — нулевая линия; h — превышение нулевой линии над местным горизонтом; H — толщина покрытия; b — высота каземата; a — превышение нулевой линии над полом сооружения; n — толщина фундамента

Примерная зависимость глубины посадки сооружения от толщины снежного покрова приводится в табл. 2.

Таблица 2

Примерная зависимость глубины посадки сооружения от толщины снегового покрова

Сооружения	Толщина снегового покрова, см					
	20	30	40	50	60	70
	Глубина посадки, см					
Пулеметные .	40	50	60	70	80	90
Орудийные (45-мм пушки) . .	50	60	70	80	90	100
Орудийные (76-мм пушки) . .	70	80	90	100	110	120

На ровной местности посадка сооружения производится по условному центру сооружения. В фланкирующих сооружениях за центр сооружения при-

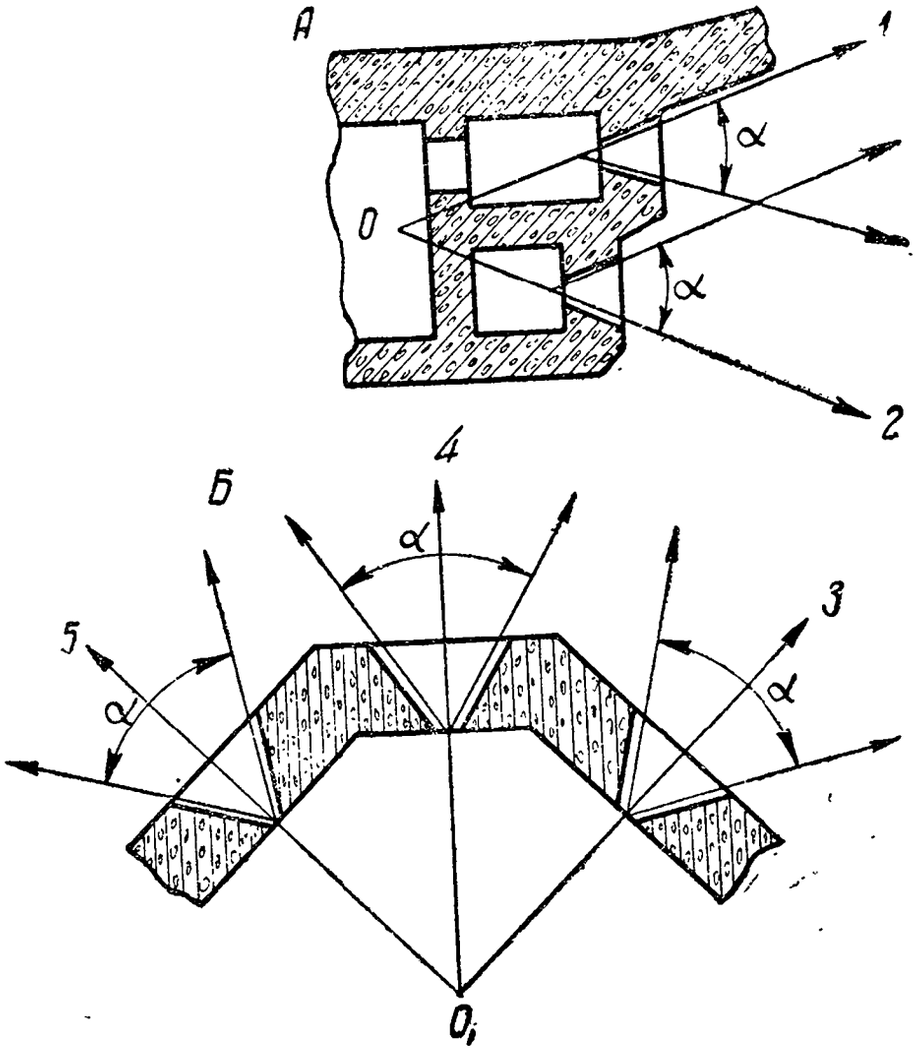


Рис. 28. Определение условного центра сооружения: *0* — условный центр полукапонира; 0_1 — условный центр фронтального трехамбразурного сооружения; *1* — крайнее левое направление огня из сооружения; *2* — крайнее правое направление огня из сооружения; *3* — директриса правой амбразуры; *4* — директриса средней амбразуры; *5* — директриса левой амбразуры

нимается точка пересечения крайних направлений огня из сооружения (рис. 28 *А*). В сооружениях широкого обстрела за центр сооружения принимается точка пересечения директрис крайних амбразур (рис. 28 *Б*).

На пересеченной местности (на скатах) посадка сооружений широкого обстрела и полукапониров производится по центру вращения оружия той амбразуры, которая приходится над наивысшей точкой местности.

Определение вертикальных углов обстрела. Вертикальный сектор обстрела амбра-

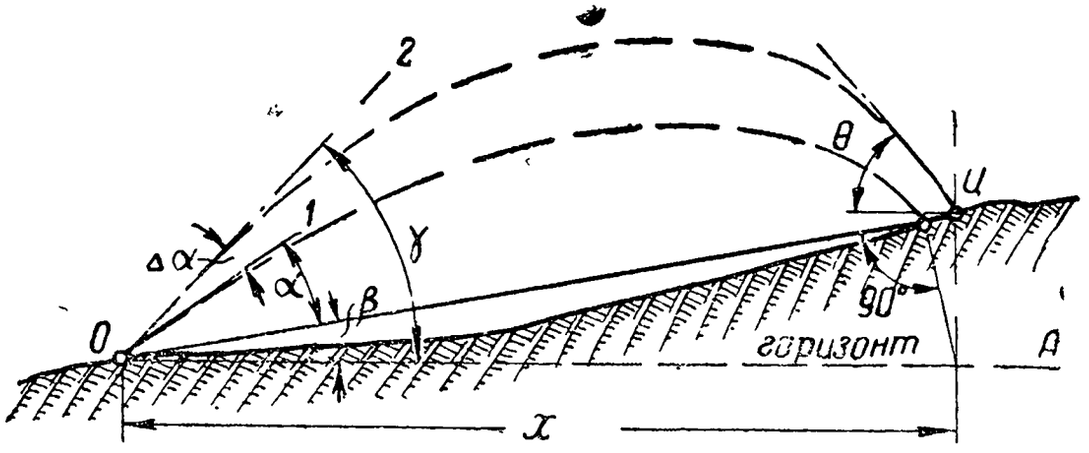


Рис. 29. Схема определения угла возвышения, когда цель; расположена выше оружия: *О* — точка вылета снаряда *ОА* — линия горизонта оружия; *ОЦ* — линия цели; β — угол места цели; α — угол прицеливания (табличный); γ — угол возвышения; $\Delta\alpha$ — поправка на угол места цели; θ — угол падения; *X* — дальность; *1* — ось оружия без учета поправки на угол места цели; *2* — ось оружия с учетом поправки на угол места цели

зуры определяется углами возвышения и склонения. Углы возвышения и склонения зависят от рельефа местности, дальности стрельбы и балистических свойств оружия.

Для угла возвышения существует постоянная алгебраическая зависимость (рис. 29)

$$\gamma = \beta + \alpha + \Delta\alpha, \qquad (4)$$

где γ — угол возвышения,
β — угол места цели,
α — угол прицеливания,
$\Delta\alpha$ — поправка на угол места цели.

Угол места цели, т. е. угол, составленный линией горизонта оружия и линией цели, определяется угломерным инструментом — артиллерийской буссолью или теодолитом. Угол прицеливания и поправки на угол места цели берутся по таблицам стрельбы для данного оружия.

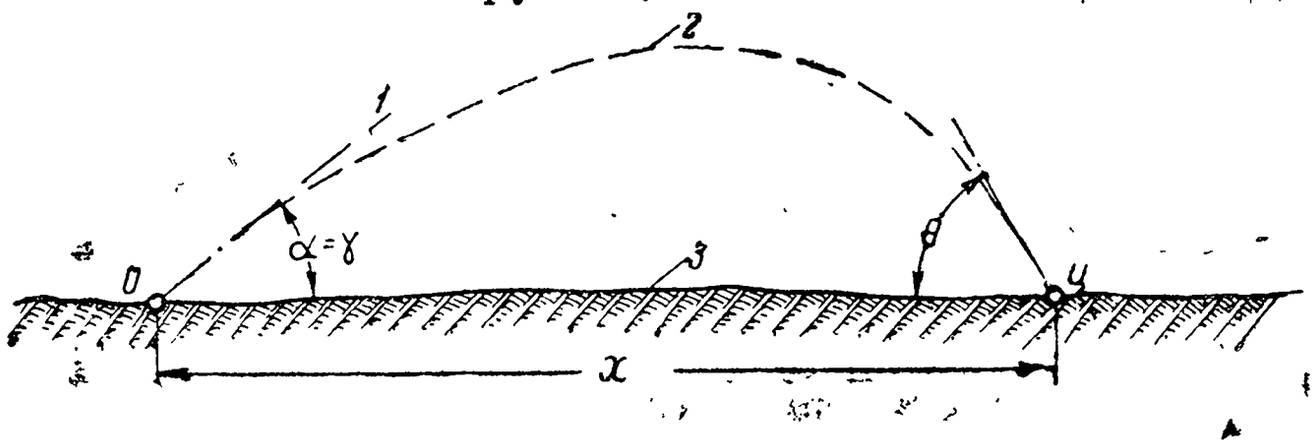


Рис. 30. Схема определения угла возвышения, когда оружие и цель расположены на одном горизонте: α — угол прицеливания; θ — угол падения; X — дальность стрельбы; γ — угол возвышения = α углу прицеливания; *1* — ось оружия; *2* — траектория; *3* — горизонт

В том случае, когда оружие и цель расположены на одном горизонте (рис. 30), угол возвышения равен табличному углу прицеливания

$$\gamma = \alpha.$$

Когда цель расположена выше оружия (рис. 29), то угол возвышения определяется как сумма углов места цели, прицеливания и поправки на угол места цели.

Пример 1. Требуется определить угол возвышения для 76-мм пушки при следующих данных: дальность стрельбы 7000 м, угол места цели $\beta = 6°30'$.

По таблицам стельбы (приложение II) для 76-мм пушки находим по заданной дальности стрельбы угол прицеливания $\alpha = 11°51'$. По таблицам поправок (приложение III) по найденному углу прицеливания и заданному углу места цели найдем поправку на угол места цели при расположении цели выше батареи $\Delta\alpha = 0°14'$.

Угол возвышения найдем по формуле (4).

$$\gamma = 6°30' + 11°51' + 0°14' = 18°35'.$$

В тех случаях, когда цель расположена ниже горизонта оружия, что имеет место на пересеченном рельефе и в горах, угол возвышения может быть отрицательным (рис. 31).

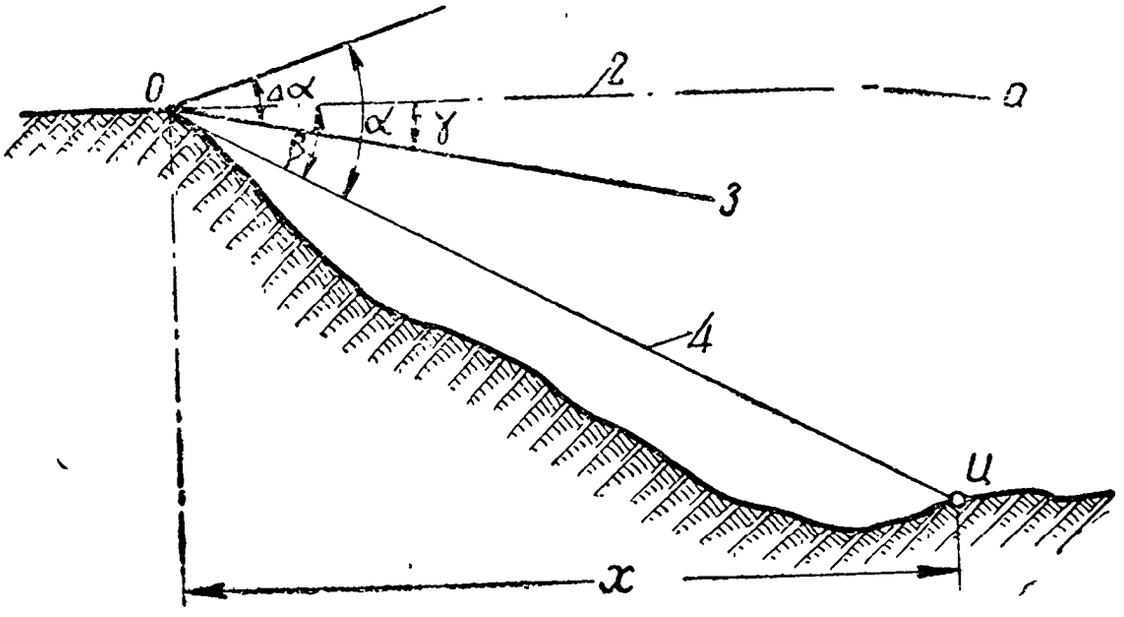


Рис. 31. Схема определения угла возвышения, когда цель расположена ниже оружия: β — угол места цели; α — угол прицеливания; $\Delta\alpha$ — поправка на угол места цели; γ — угол возвышения; X — дальность; *оа* — линия горизонта оружия; *оц* — линия цели; *1* — ось оружия без учета поправки на угол места цели; *2* — горизонт оружия; *3* — ось оружия с учетом поправки на угол места цели; *4* — линия цели

Пример 2. Требуется определить угол возвышения для 76-мм пушки при следующих данных: дальность стрельбы $X = 5000$ м, угол места цели $\beta = -7°40'$.

По таблицам стрельбы и по таблицам поправок находим соответствующий угол прицеливания $\alpha = +6°41'$ и поправку на угол места цели $\Delta\alpha = -0°04'$.

Угол возвышения определим по формуле (4), как алгебраическую сумму углов места цели, прицеливания и поправки на угол места цели

$$\gamma = -7°40' + 6°41' - 0°04' \approx -1°.$$

Углы склонения амбразур определяются в зависимости от уклона впереди лежащей местности и от заданной дистанции стрельбы.

При определении угла склонения амбразур необходимо учитывать возможность ведения огня из сооружения с ближних дистанций (начиная с 10 м) в

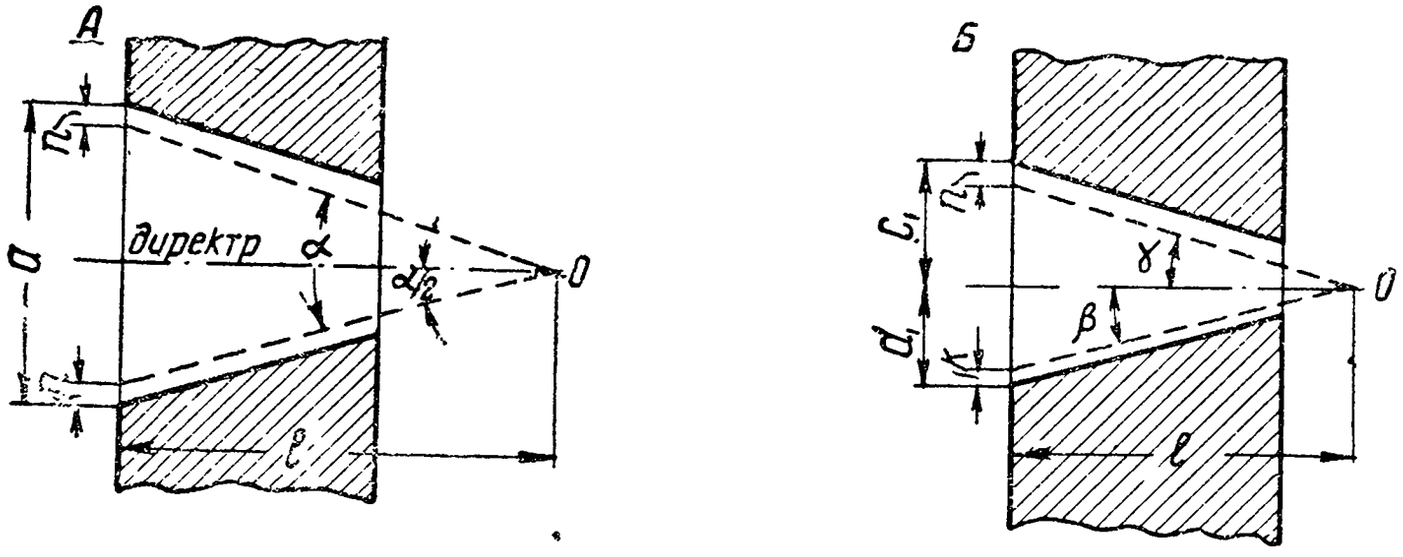


Рис. 32. Схема определения размеров амбразуры: *А* — план амбразуры; *Б* — вертикальный разрез амбразуры

целях самообороны сооружения. Поэтому за угол склонения амбразур обычно принимается угол места цели при дистанции стрельбы 10 м.

При определении размеров амбразур необходимо учитывать: вид оружия, горизонтальный сектор обстрела, углы склонения и возвышения, положение точки вращения оружия и толщину стены.

Горизонтальный размер амбразуры определяется по формуле (рис. 32 *А*)

$$a = 2l \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + 2n, \qquad (5)$$

где: a — горизонтальный размер амбразуры;
l — расстояние от центра горизонтального вращения оружия до наружной стороны стенки;
α — угол сектора горизонтального обстрела амбразуры;
n — величина запаса, учитывающая внешний диаметр ствола оружия, удобства наблюдения и прицеливания. Для пулеметных амбразур n принимается около 5—7 см.

Вертикальные размеры амбразуры определяются из выражения (рис. 32 *Б*)

$$\left.\begin{aligned} c_1 &= l \operatorname{tg} \gamma + n \\ d_1 &= l \operatorname{tg} \beta + k \end{aligned}\right\} \qquad (6)$$

где c_1 — вертикальный размер амбразуры в пределах угла возвышения;
d_1 — вертикальный размер амбразуры в пределах угла склонения;
γ — угол возвышения;
β — угол склонения;
l — расстояние от центра вертикального вращения оружия до наружной стороны стенки;
n, k — величина запаса.

В табл. 3 приведены основные размеры пулеметной амбразуры при вращающейся установке пулемета на столе со станком (рис. 33).

Боевое обеспечение сооружения. Одновременно с установлением типа сооружения и места возведения его в оборонительном районе рекогносцировочная группа должна решить на месте и ряд других вопросов, касающихся боевой службы и обеспечения сооружения.

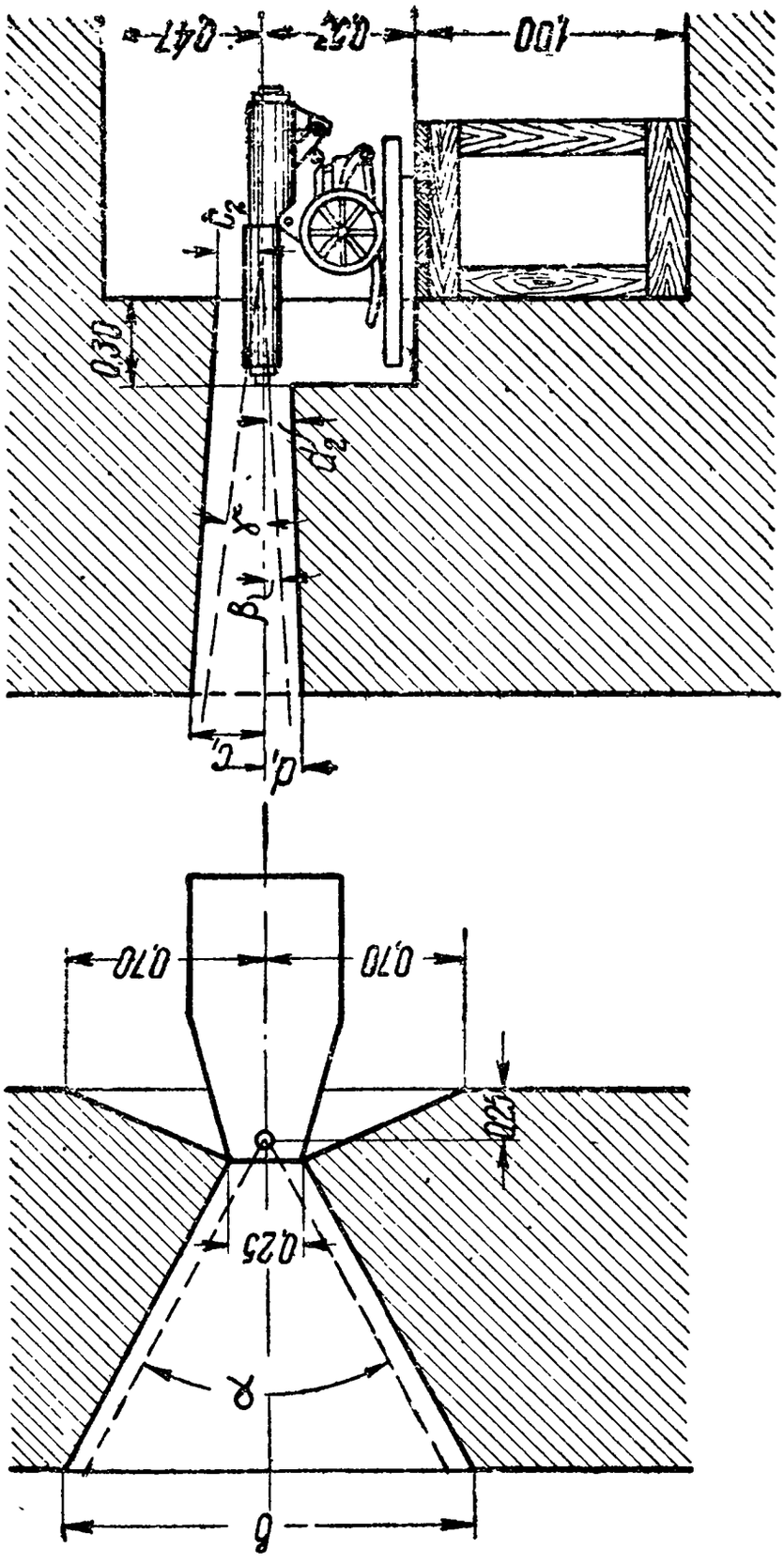


Рис. 33. Амбразура при вращающейся установке пулемета на столе со станком

Таблица 3

Размеры амбразуры для вращающейся установки пулемета на столе со станком

Горизонтальный сектор обстрела α	Толщина стены, м			
	1,75	1,50	1,30	1,00
	Горизонтальные размеры, м			
40°	1,40	1,10	1,00	0,70
50°	1,60	1,40	1,20	0,90
60°	1,80	1,50	1,30	1,00

Вертикальные размеры, м

Угол возвышения γ	c_2	c_1			
2°	0,13	0,16	0,16	0,15	0,15
3°	0,15	0,20	0,20	0,19	0,18
4°	0,16	0,22	0,21	0,20	0,19
5°	0,16	0,24	0,23	0,22	0,21
Угол склонения β	d_2	d_1			
2°	0,03	0,06	0,05	0,05	0,05
4°	0,05	0,12	0,11	0,10	0,09
6°	0,07	0,17	0,15	0,14	0,12
8°	0,09	0,25	0,21	0,19	0,16
10°	0,12	0,32	0,28	0,25	0,22

Эту группу вопросов составляют:

1) определение сопротивляемости сооружения;

2) установление характера маскировки сооружения и

3) уточнение вопросов самообороны сооружения, связи и наблюдения.

Сопротивляемость сооружения. Защитные свойства казематированных фортификационных сооружений предусматривают сопротивление их действию снарядов и авиабомб, проникание внутрь боевых отравляющих веществ и зажигательных средств. Степень конструктивной сопротивляемости казематированных сооружений определяется в зависимости от их назначения, места расположения в оборонительном районе, защитных свойств местности, времени на возведение и наличия материалов.

Наиболее ответственные огневые фортификационные сооружения (капониры, полукапониры), расположенные по переднему краю обороны, а также командные пункты и убежища для войсковых подразделений должны предусматривать защиту от артиллерийских снарядов тяжелого калибра. Для возведения их рационально применять железобетонные монолитные сооружения.

Наблюдательные пункты с наблюдением через смотровые щели целесообразно устраивать сопротивляемостью от снарядов среднего калибра за счет совершенной маскировки их расположения, применяя для возведения бронезакрытия железобетон и сборные железобетонные конструкции.

Подземные сооружения применяют для размещения в них войсковых убежищ, командных и медицинских пунктов, а также в качестве сообщений внутри оборонительных районов. Мощность подземных сооружений в значительной степени достигается за счет материковой породы, заключенной между кровлей выработки и дневной поверхностью, поэтому подземные сооружения целесообразно устраивать сопротивляемостью против артиллерийских снарядов

калибров выше 210 мм и авиабомб весом более 100 кг.

Маскировка сооружения. Вопросы маскировки сооружения должны быть постоянно в поле зрения рекогносцировочной группы и учитываться как при выборе типа сооружения и места его возведения, так и при составлении технических условий на проектирование сооружения.

Маскировка фортификационных сооружений достигается: удачным выбором типа сооружения, применением сооружения к местности, сокрытием действительного сооружения средствами технической маскировки и возведением ложных сооружений.

Выбор типа сооружения и применение его к местности является задачей рекогносцировочной группы. При размещении сооружения на местности необходимо учитывать свойства рельефа, покров, равно как и общую закрытость местности. Рекогносцировочная группа при составлении технических условий на проектирование сооружения должна установить на месте и характер маскировки как на период строительства, так и на период эксплоатации сооружения. Наряду с стрелково-тактическими требованиями к проектированию фортификационного сооружения необходимо предъявлять и известные требования по маскировке. Лучшим средством маскировки сооружений является индивидуальное их проектирование сообразно местным условиям.

Самооборона сооружения. Самооборона каждого сооружения обыкновенно решается в системе группы сооружений. Однако могут быть случаи, когда выявится необходимость организации дополнительной самообороны, особенно таких сооружений, как командные пункты, фланкирующие постройки, убежища и т. п. Поэтому при рекогносци-

ровке сооружения необходимо предусматривать меры по организации самообороны путем устройства дополнительных амбразур в сооружении или открытых пулеметных площадок за пределами сооружения, но связанных с ним сообщениями.

При составлении технических условий на проектирование нужно установить также способ связи сооружения (телефон, рация) и наблюдения (перископическое или непосредственное через щели).

Все данные по рекогносцировке сооружения должны быть занесены в формулярную карточку сооружения (приложение IV) и учтены при проектировании и возведении сооружения.

Глава III

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ РАЗБИВКЕ И ПОСАДКЕ ОГНЕВЫХ ФОРТИФИКАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ

Объем геодезических работ

Геодезическим (измерительным) работам предшествует выбор места расположения сооружения и перенесения предварительного решения в натуру.

Место расположения сооружения разыскивается по ориентирам, имеющимся на карте и на местности. После того как место это установлено, забивают кол, отмечающий условный центр сооружения и переносят предварительное решение в натуру. Для этого над колом устанавливают угломерный инструмент по азимутам, взятым с предварительного решения, обозначают на местности вехами или длинными кольями возможные направления артиллерийского огня противника и крайние направления огня из сооружения.

Обозначив направления, оценивают местность и секторы огня с точки зрения тактических требований и устанавливают окончательное местоположение центрального кола и крайние направления огня из сооружения.

После этого приступают к производству геодезических работ.

Геодезические работы состоят из:

а) измерения азимутов направлений стрельбы из сооружения, азимутов возможных направлений артогня противника, входа (выхода) из сооружения;

б) ориентирования центра сооружения по местным предметам;

в) измерения углов места цели;

г) нивелирования направлений;

д) нивелирования поверхности участка;

е) съемки кроки расположения сооружения.

По окончании полевых работ производят обработку результатов измерений [1].

Измерение азимутов направлений. Измерение азимутов направлений производят теодолитом, артиллерийской буссолью или гониометром после уточнения предварительного решения на местности. Для измерения угломерный инструмент устанавливают над центральным колом (центрируют), приводят в горизонтальное положение (нивелируют) и ориентируют, т. е. устанавливают таким образом, чтобы зрительная труба была направлена на север, а нулевые штрихи лимба и алидады совпадали.

Сначала измеряют азимуты возможных крайних левого и правого направлений артогня противника, а затем азимуты крайних правых и левых направлений огня из сооружения. После этого по измерен-

---

[1] В указанном объеме геодезические работы рассчитаны на заблаговременную подготовку местности. При ускоренной подготовке: а) ограничиваются определением крайних направлений стрельбы из сооружения, направления выхода и углов места цели; б) после уточнения крайние направления закрепляются прочно вбитыми кольями для контроля при возведении сооружения.

ным азимутам крайних направлений огня из сооружения вычисляют азимуты директрис и азимут выхода из сооружения.

Записи отсчетов производят в журнал измерения азимутов (см. стр. 80). Для того чтобы указать, какая точка взята для наведения зрительной трубы, в журнале делают зарисовку предмета с указанием точки наводки.

Ориентирование центра сооружения по местным предметам

Это ориентирование содержит измерение азимутов и расстояний от центра сооружения до трех-четырех местных ориентиров и производится для определения точного местоположения центра сооружения в случаях полного или частичного уничтожения знаков, обозначающих центр (колья, канавы и т. п.).

Измерение азимутов на местные ориентиры производится тотчас же после измерения азимутов направлений и при том ориентированным инструментом. В качестве ориентиров выбираются такие местные предметы, которые выделяются на общем фоне местности. В частности ориентирами служат отдельно стоящие деревья и здания, шпили высоких зданий в населенных пунктах, телеграфные и километровые столбы и т. п.

Расстояния до ориентиров измеряются оптическим путем (дальномером), а при значительном удалении от центра сооружения определяются по карте. Запись числовых значений азимутов и расстояний, зарисовка ориентиров с указанием точки наводки и кратким описанием ориентира производится в журнал измерения азимутов (стр. 80).

Журнал измерения азимутов направлений из центра фортификационного сооружения № . . .

Название направлений	Азимут направления	Зарисовка предмета с указанием точки наводки и кратким описанием
Крайнее правое направление огня из сооружения	216°05′	Веха высотой 2,6 м в 250 м
Крайнее левое направление огня из сооружения	156°15′	Наводка на комель отдельно стоящей березы
Директриса	186°10′	
Крайнее правое направление артогня противника	240°	Верхушка елового дерева, возвышающаяся над кустарником
Крайнее левое направление артогня противника	282°	Конек крыши сарая на опушке леса

Измерял _____

Дата _____

Измерение углов места цели

Фортификационное сооружение может быть расположено на скате и на ровной площадке. В первом случае (рис. 34 *А*) нулевая линия будет располагаться ниже центрального кола, а во втором выше (см.

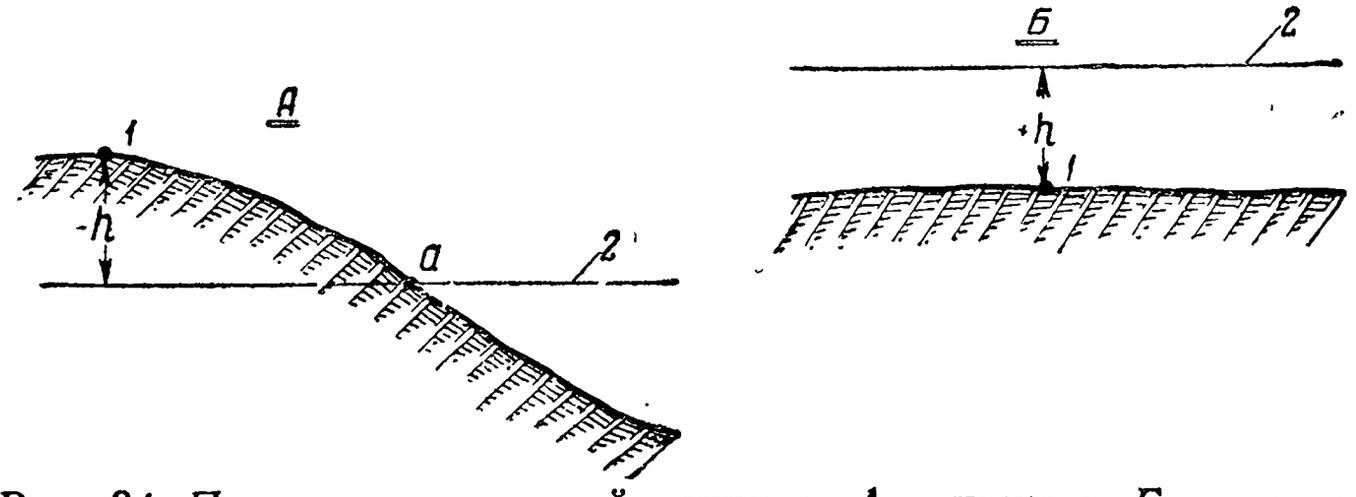


Рис. 34. Положения нулевой линии: *А* — ниже и *Б* — выше центрального кола (*1* — центр. кол; *2* — нулевая линия)

рис. 34 *Б*). Тем не менее, углы места цели должны измеряться инструментом, установленным на начальных точках нулевой линии (центрах вращения оружия).

Если необходимо измерить углы места цели для типа фортификационного сооружения, изображенного на рис. 35, то при расположении его на скате и на ровной площадке одинаково необходимо получить положение на местности начальных точек нулевой линии **а** и **б** относительно центрального кола. Для определения положения этих точек на местности, от центрального кола по соответствующим направлениям откладывают длины **ца** и **цб**, которые определяются типовыми проектами сооружения, и полученные точки закрепляют кольями. Для измерения углов места цели угломерный инструмент устанавливают над одной из точек **а** или **б**, откуда измеряют

наибольший и наименьший углы места цели в пределах сектора обстрела амбразуры. Точкой наводки является высота инструмента, отмеченная на вехах, поставленных в точках места цели, или на местных предметах, обозначающих точки места цели.

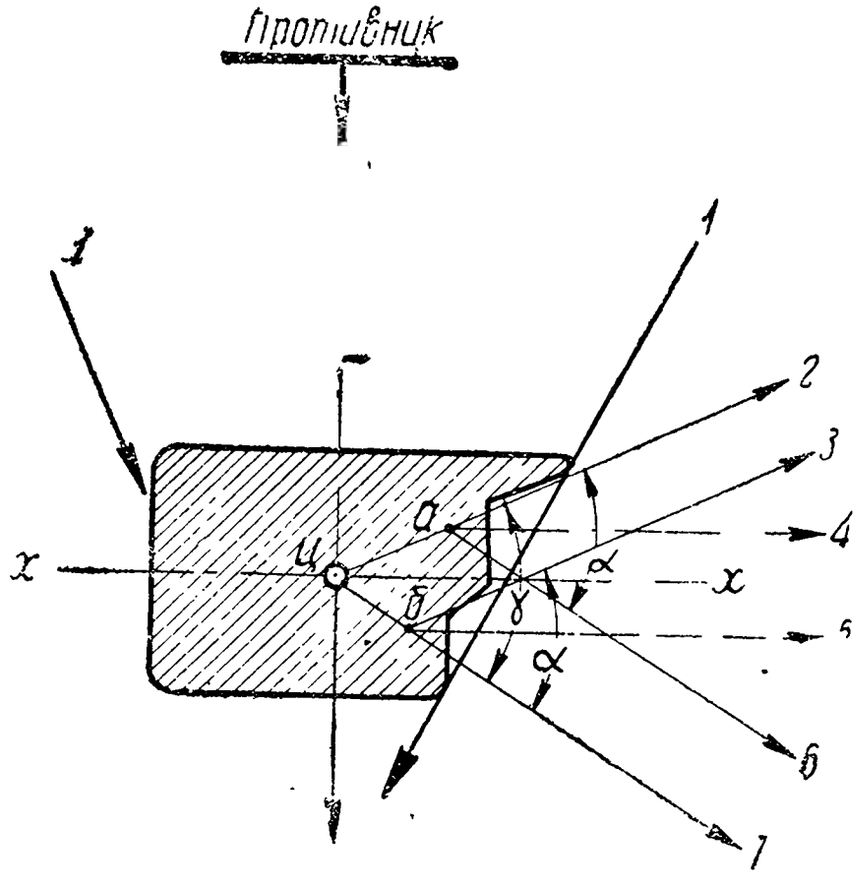


Рис. 35. Схема фортификационного сооружения с показанием направления огня: *1* — крайние направления артогня противника; *2* — крайнее левое направление огня левой амбразуры; *3* — крайнее левое направление огня правой амбразуры; *4* — директриса левой амбразуры; *5* — директриса правой амбразуры; *6* — крайнее правое направление огня левой амбразуры; *7* — крайнее правое направление огня правой амбразуры

Измерение углов места цели артиллерийской буссолью производят следующим образом:

а) открепляют зажим угломерного круга и наводят монокуляр на веху;

б) вращением барабана наводят пересечение нитей на высоту инструмента (точнее сказать — на точку, отмечающую на вехе высоту инструмента);

в) производят отсчет по шкале на правой цапфе монокуляра и по барабану;

г) записывают отсчет с соответствующим знаком в журнал измерения углов места цели.

Пример записи и вычисления углов места цели.

Журнал измерения артиллерийской буссолью углов места цели на фортификационном сооружении № . . .

Название направлений	Отсчеты по шкале на цапфе и по барабану в делениях угломера*	Поправка в делениях угломера**	Углы места цели в делениях угломера
Крайнее левое направление левой амбразуры	+2-86	+0-10	+2-76
Крайнее правое направление правой амбразуры	—2-10	+0-10	—2-20

Измерял _____
(фамилия)

Измерение углов места цели теодолитом (центрированным и приведенным в горизонтальное положение) производят при двух кру-

---

* О делениях угломера см. приложение VIII.

** Поправку к отсчетам получают при поверке барабана артиллерийской буссоли. Углы места цели получают путем алгебраического вычитания поправки из отсчета.

гах: при круге право и при круге лево в следующем порядке:

а) открепляют зажимные винты алидады и трубы и наводят пересечение нитей на высоту инструмента, отмеченную на вехе;

б) вращением наводящего винта приводят уровень вертикального круга в горизонтальное положение;

в) производят отсчет и записывают его в журнал измерения углов;

г) переводят трубу через зенит;

д) вторично измеряют угол места цели, последовательно выполняя действия, изложенные в пунктах а, б и в.

Если направлений не одно, а несколько, то измерения производят сначала при одном круге на все вехи, а затем, повернув трубу через зенит, измеряют все углы при другом круге.

Вычисления углов производят в следующем порядке:

а) вычисляют место нуля по формуле:

$$M0 = \frac{\text{Кр. Пр} + \text{Кр. Л} + 360^\circ}{2} \qquad (7)$$

б) вычисляют углы места цели (наклона) по формулам:

$$\left.\begin{aligned} \alpha &= M0 - \text{Кр. Л} \\ \text{или} \\ \alpha &= \text{Кр. Пр} - M0 \end{aligned}\right\} \qquad (8)$$

Углы места цели измерены правильно, если место нуля изменяется в пределах 2—3′.

Пример записи и вычисления углов места цели.

Журнал измерения теодолитом углов места цели на фортификационном сооружении № . . .

Название направлений	Отсчеты по вертикальному кругу		Место нуля	Углы места цели
	Круг право	Круг лево		
Крайнее левое направление левой амбразуры	4°14′	355°48′	360°01′	+4°13′
Крайнее правое направление левой амбразуры	356°40′	3°18′	359°59′	—3°19′

Измерял _____
(дата)

_____ _____
(фамилия)

Нивелирование направлений

Нивелирование направлений имеет целью получение продольных, а если необходимо, то и поперечных профилей сектора обстрела. Начальной точкой нивелирования направлений является центральный кол. Для получения более полного профиля, в противоположную сторону каждого направления от центрального кола откладывают 50 м и полученные линии нивелируют так же, как и направления (рис. 36).

Обязательно нивелируется директриса каждой амбразуры на действительную дальность огня. Если в пределах сектора обстрела местность имеет вид ровного ската, а амбразуры располагаются с одной стороны сооружения, то ограничиваются нивелированием крайнего левого направления левой амбразу-

ры и крайнего правого направления правой амбразуры (см. рис. 34). Если в пределах сектора обстрела рельеф местности имеет продольные и поперечные скаты, лощины, отдельные всхолмления, требующие земляных работ при расчистке сектора обстрела, то дополнительно нивелируются характерные направления рельефа местности.

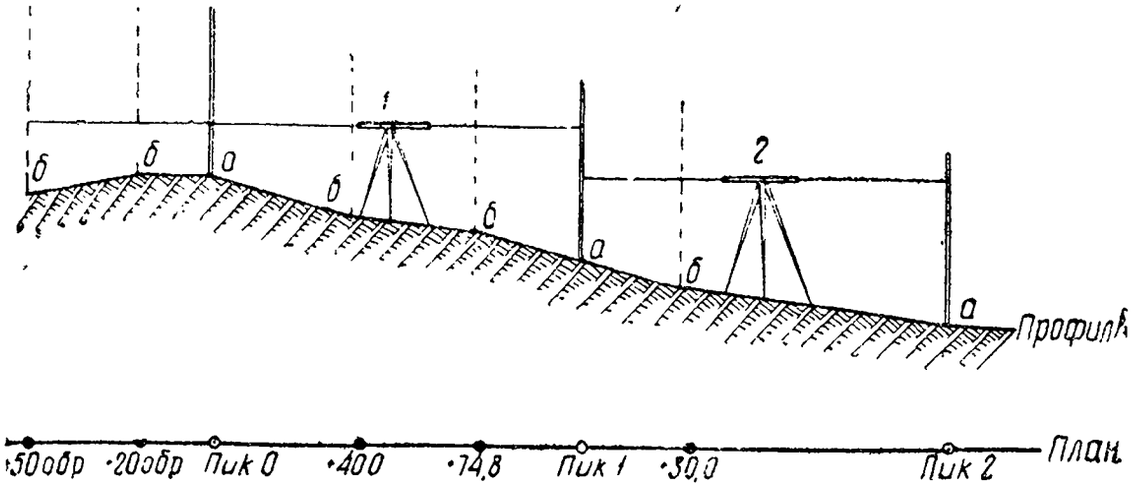


Рис. 36. Схема продольного нивелирования. Связующие (*а*) и промежуточные (*б*) точки

Нивелирование может быть исполнено нивелиром (геометрическое продольное нивелирование) и теодолитом (нивелирование тахеометрическим методом).

Нивелирование продольное (с применением нивелира) включает разбивку пикетажа и нивелирование.

Разбивка пикетажа содержит измерение (мерной лентой или рулеткой) длин направлений и постановку пикетных и плюсовых колышков.

Пикетные колышки забиваются через каждые 100 м, считая от центрального кола, и нумеруются от 0 до необходимого числа. Пикетом нуль служит центральный кол. Плюсовые колышки забиваются на всех перегибах местности и обозначаются номером заднего по ходу пикета и расстоянием от этого

пикета (сокращенно обозначаемого в дальнейшем п.) до данного плюса, например п. 0+40,0; п. 0+74,8 и т. п. (см. рис. 36).

Плюсовые точки на 50-метровых линиях, разбиваемых в противоположную сторону от центрального кола, обозначаются, так же как и плюсы, на направлениях с дополнительной подписью «обр.» (обратно) (см. рис. 36).

На каждом пикете забивают два колышка. Один точно на линии забивается вровень с землей; на него ставят рейку и называют точкой. Колышек этот окапывается. Второй колышек-сторожок забивается рядом с первым, но так, чтобы он возвышался на 20—40 см над землей. На сторожке надписывают номер пикета. На плюсовых точках забивается только один сторожок, на котором надписывается его обозначение. Рейка на плюсовых точках устанавливается на землю рядом со сторожком.

Данные измерения линий записывают в журнал нивелирования (стр. 105), в графу 12, в которой показывают все пикеты и плюсы, а также местные предметы, располагающиеся на данном направлении.

После разбивки пикетажа приступают к производству нивелирования направлений. При нивелировании различают связующие точки, посредством которых осуществляется неразрывная связь отдельных превышений, и промежуточные точки, располагающиеся между связующими (см. рис. 36). В общем случае связующими точками являются пикеты, а промежуточными — плюсы. В частных случаях связующей точкой могут быть x-точки (см. ниже) и плюсы, а промежуточными — пикеты.

Нивелирование направлений производится по пикетам методом двух горизонтов или методом перекладки трубы в лагерях. Как общее правило отсче-

ты по рейкам на связующих точках берутся при двух горизонтах или с перекладкой трубы, а на промежуточных точках — при одном горизонте или без перекладки трубы.

Примечания. 1. При срочных работах или работах, допускающих пониженную точность, возможно нивелирование через пикет.

2. Малоопытным исполнителям рекомендуется нивелирование методом двух горизонтов.

3. При неопытных рабочих-реечниках, для обеспечения вертикального положения рейки, рекомендуется устраивать на рейках простые отвесы, а именно: вбить на одной из боковых сторон рейки два гвоздя на расстоянии около 1 м и подвесить на бечевке груз.

4. Приводимое ниже описание нивелирования предусматривает нормальную точность работ.

Нивелирование методом двух горизонтов производится следующим образом:

а) устанавливают нивелир на середине расстояния, например, между пикетами 0 и 1, и приводят его в горизонтальное положение;

б) устанавливают рейки в вертикальном положении на обоих пикетах; рейки ставятся на точки пикетов нулем вниз;

в) при горизонтальном положении уровня производят отсчет сначала по задней по ходу рейке, а затем по передней и записывают их в графы 3 и 4 журнала нивелирования (см. отсчеты 472 и 2058 на стр. 104);

г) меняют высоту горизонта инструмента, т. е. вторично его устанавливают выше или ниже первого положения;

д) производят вторые отсчеты сначала по задней, а затем по передней рейкам и записывают их в те же графы журнала под первыми отсчетами (см. отсчеты 458 и 2042 на стр. 104);

е) для контроля вычисляют разности отсчетов по каждой рейке (см. рис. 42); если эти разности равны в пределах до 0,003, то приступают к нивелированию промежуточных точек; если разности больше 0,003, то меняют высоту инструмента и производят новые отсчеты (в нашем примере эти разности равны: по задней рейке 472—458=14, по передней 2058—2042=16, т. е. их разность равна 2 мм, см. стр. 104);

ж) в случае допустимых разностей отсчетов, реечникам отдаются распоряжения: заднему реечнику двигаться вперед и ставить рейку на промежуточные точки; переднему реечнику оставаться на месте;

Примечание. На первой станции этот порядок необходимо изменять, а именно: задний реечник сначала идет на плюсовые точки, расположенные на 50-метровой линии (см. выше), а затем уже идет на промежуточные точки между п. 0 и 1;

з) подойдя к плюсовой (промежуточной) точке, реечник называет громко (чтобы слышал нивелировщик) номер точки и ставит вертикально рейку; нивелировщик производит отсчет и записывает его в журнал нивелирования;

и) по окончании нивелирования всех промежуточных точек задний реечник проходит мимо переднего и устанавливает рейку на следующий пикет. Нивелировщик снимает зрительную трубу и, держа ее в руке, переходит на следующую станцию. Штатив с нивелиром (без трубы) переносится рабочим у инструмента;

к) работа на следующей станции производится в описанном порядке.

Нивелирование методом перекладки трубы в лагерях производится в том же порядке, что и нивелирование методом двух горизон-

тов, но отсчеты по рейкам на связующих точках производятся с одной постановки инструмента следующим образом:

а) при горизонтальном уровне и вертикально стоящих рейках производят отсчет сначала по задней

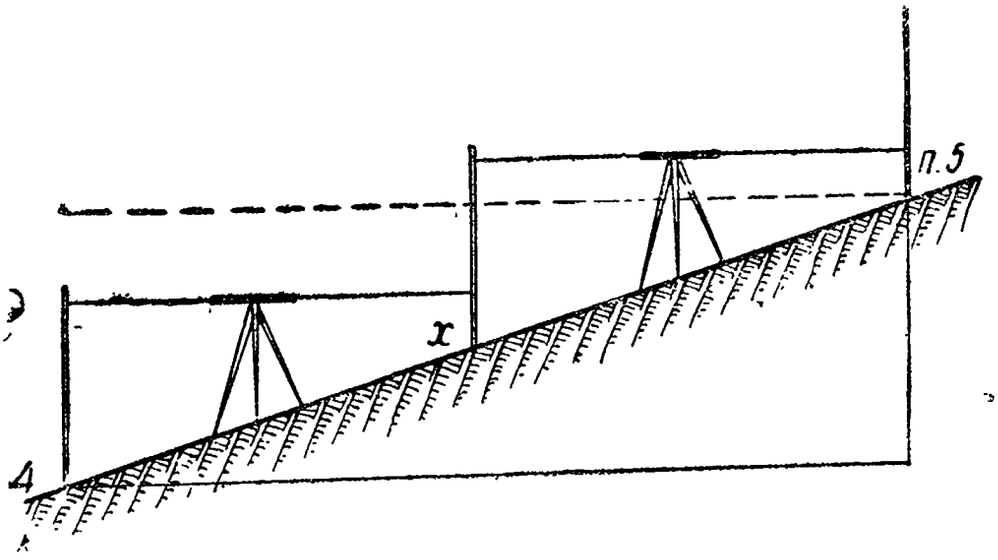


Рис. 37. Схема нивелирования крутых скатов

рейке, а затем по передней и записывают отсчеты в журнал нивелирования;

б) перекладывают трубу в лагерах;

в) производят вторые отсчеты сначала по задней, а затем по передней рейкам и записывают их в журнал нивелирования;

г) вычисляют разности отсчетов по каждой рейке. Если разности не превышают 0,003, то производят нивелирование промежуточных точек; если превышают, — меняют горизонт инструмента и производят новые отсчеты.

Частный случай нивелирования встречается при нивелировании крутых скатов, когда 4-метровой высоты рейки оказывается недостаточно. В этих случаях рейка устанавливается на колышек, забитый в некоторой точке x, через которую осуществляется связь между пикетами (рис. 37). Точка x является связующей точкой, включается в

вычисления отметок (как связующая), но на профиле не показывается. В качестве точки x может быть использована любая плюсовая точка.

Нивелирование направлений тахеометрическим методом

При отсутствии нивелира нивелирование направлений может быть произведено тахеометрическим методом определения превышений, при котором измеряются вертикальные углы и расстояния. Измерение вертикальных углов производится теодолитом, а расстояний — мерной лентой или оптическим путем. Точки стояния теодолита называются станциями, а точки, на которых ставится рейка, пикетами. Пикетами являются все точки перегибов скатов по данному направлению, которые выбираются на местности с таким расчетом, чтобы получить профиль данного направления. Центральный кол является станцией I, от которой в сторону, обратную данному направлению, берут пикетную точку на расстоянии 50 м (рис. 38).

Нормальное расстояние между станциями 150—200 м, а удаление пикета от станции до 150 м. Измерение углов наклона на станции производится при двух положениях вертикального круга, а на пикеты — при одном круге. Точкой для наводки визирной оси при измерении вертикальных углов служат: на станции верх вехи, а на пикеты высота инструмента, отмеченная на рейке (например, прикнопленным кусочком бумаги или листом растения).

Полевые работы производятся в следующей последовательности (см. рис. 38).

А. Устанавливают теодолит на станции I (над центральным колом), центрируют и нивелируют (при

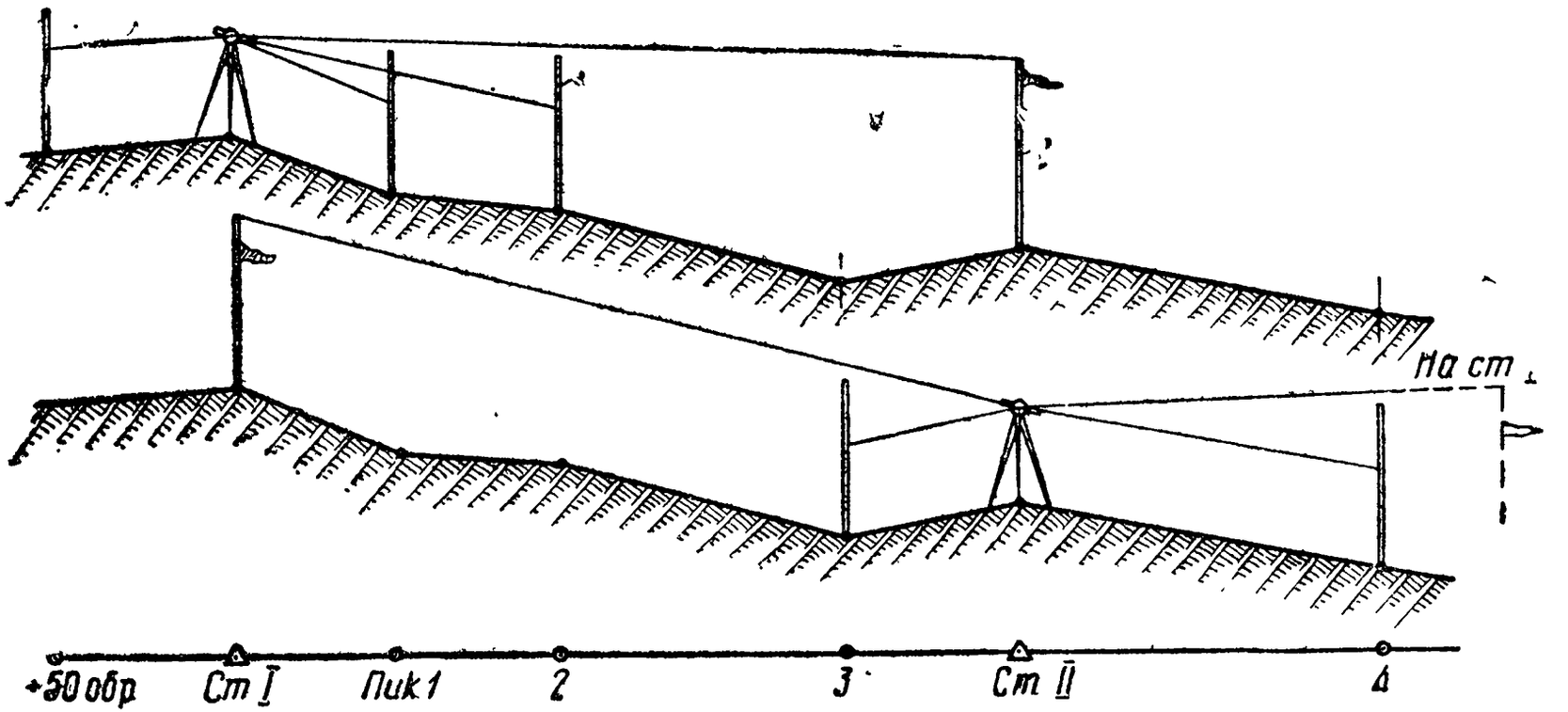


Рис. 38. Схема нивелирования тахеометрическим методом на I и II станциях

нивелировании направлений, обозначенных на местности вехами, в ориентировании теодолита нет необходимости); измеряют высоту инструмента и записывают ее в журнал измерений (см. стр. 110—111).

Б. В створе данного направления выбирают место для станции II в 150—200 м от станции I и устанавливают веху в створ по теодолиту. Для этого: а) наводят трубу теодолита на веху, обозначающую данное направление (после наведения зажимные винты лимба и алидады закрепляются, и для работы пользуются только наводящим винтом трубы для перемещения ее в вертикальной плоскости); б) на месте для станции II перемещают веху (по перпендикуляру к данному направлению) до совмещения оси вехи с вертикальной нитью сетки (вертикальная нить должна «рассекать» веху пополам) и устанавливают (вбивают) веху. Затем измеряют высоту вехи от земли до верха и записывают в журнал.

В. Определяют расстояние между станциями измерением лентой или оптическим путем. В последнем случае ставят на станции II рядом с вехой рейку нулем вверх, наводят нижнюю дальномерную нить на нуль рейки, а по верхней делают отсчет и записывают в журнал (графа 2).

Г. Определяют угол наклона между станциями при двух положениях вертикального круга, наводя визирную ось (среднюю нить) на верх вехи в порядке, изложенном выше (см. измерение углов места цели) и производят записи в графу 4 журнала.

Д. Здесь же на станции вычисляют место нуля и углы наклона, а также прямые и обратные превышения между станциями (по формулам (7), (8) и (14). Контролем правильности полевых работ служат: а) колебание места нуля на данной станции

в пределах 1—3′ и б) расхождения между прямым и обратным превышениями в пределах нормы, вычисляемой по формуле

$$m = \pm 0{,}03\, d_{100}, \qquad (9)$$

где d_{100} — длина линии, м, с округлением до 100, или 0,03 м на каждые 100 м расстояния между станциями [1].

Е. Если прямые и обратные превышения сходятся в пределах нормы, то приступают к измерению расстояний и углов наклона на пикеты. Для этого рейку с отмеченной высотой инструмента устанавливают в створ направления на выбранном месте пикета (нулем вверх). Сначала рейку устанавливают на п. +50 обр., а затем между станциями I и II.

По установленной рейке производят отсчет расстояния и измеряют угол наклона.

Для отсчета расстояния наводят нижнюю нить на нуль рейки, а по верхней нити производят отсчет, который записывают в графу 2. Для измерения угла наклона визирную ось наводят на высоту инструмента (отмеченную на рейке), приводят уровень в горизонтальное положение и производят отсчет по вертикальному кругу, который записывают в графу 4 с указанием при каком круге (право или лево) отсчет взят.

Ж. Одновременно в графе 10 производят зарисовку расположения станций и точек с указанием их номеров и направлений падения скатов (стрелками).

З. По окончании измерений на станции I инструмент снимают и переносят на станцию II. На станции I

---

[1] Пример вычислений см. на стр. 109.

устанавливают веху, высоту которой измеряют и записывают в журнал.

И. На станции II: 1) устанавливают теодолит над точкой; 2) устанавливают в створ направления веху на станции III; 3) определяют обратное расстояние до станции I и прямое до станции III; 4) измеряют углы наклона на станции I и III при двух положениях вертикального круга; 5) вычисляют место нуля, углы наклона и превышения между станциями, сравнивают разность между прямыми и обратными превышениями и нормой допуска; при допустимом расхождении измеряют расстояния и углы наклона на пикеты.

Пикеты определяются с той станции, к которой они ближе расположены. Так, на рис. 38 показано, что пикеты 1 и 2 измерены со станции I, а пикет 3 со станции II.

Нивелирование поверхности участка

Нивелирование поверхности участка фортификационного сооружения производится для составления проекта вертикальной планировки (в целях маскировки) и может быть исполнено методом нивелирования по квадратам или методом тахеометрической съемки. Размер участка 1—1,25 га.

При нивелировании по квадратам сначала разбивается на местности сетка квадратов, а затем производится нивелирование. Длина стороны квадрата 20 м. При мелковсхолмленном или расчлененном рельефе квадраты разбивают со стороной в 10 м.

Разбивку квадратов на местности производят в следующем порядке.

А. Составляют схему разбивки квадратов (линии сторон квадратов, подписи номеров углов и направление меридиана, рис. 39).

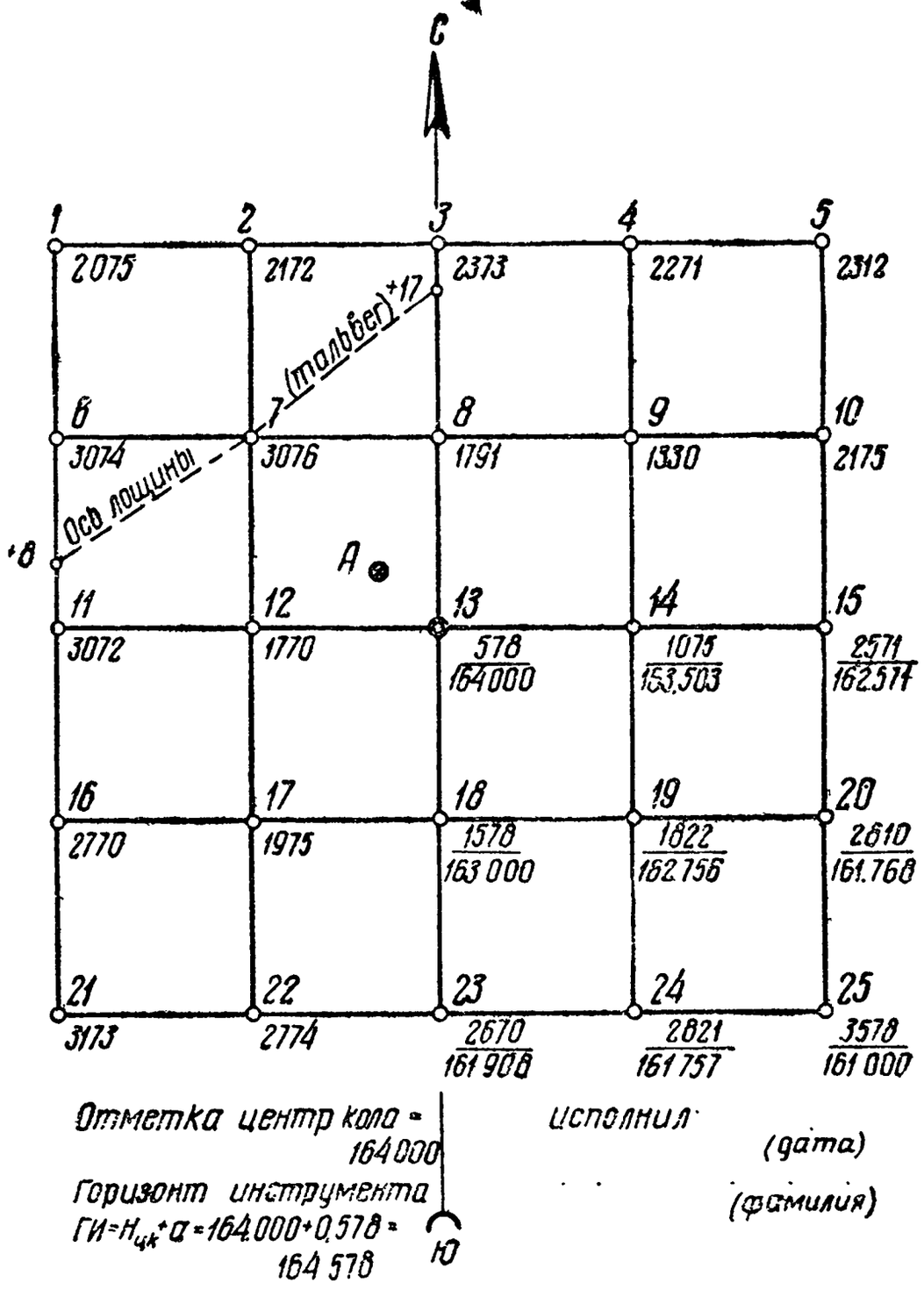


Рис. 39. Схема разбивки квадратов и журнал нивелирования участка фортификационного сооружения №...

Б. Устанавливают над центральным колом угломерный инструмент (теодолит, артиллерийскую бус-

соль, гониометр), приводят его в рабочее положение и ориентируют.

В. Точно по направлению на север устанавливают веху в 50—60 м от центрального кола.

Г. Переводят трубу через зенит и выставляют веху по направлению на юг на то же расстояние. Если инструмент не выверен, то рекомендуется поверить положение южной вехи. Для этого меняют положение вертикального круга (если первый раз наводили на северную веху при круге право, то второй раз наводят на эту веху при круге лево), наводят вторично на северную веху, переводят трубу через зенит и вторично выставляют южную веху. Если положение вехи изменилось, то расстояние между первым и вторым положениями делят пополам и ставят веху в среднюю точку.

Д. Переставляя трубу на 90°, устанавливают западные и восточные вехи на те же расстояния.

Е. По направлениям поставленных вех от центрального кола отмеряют мерной лентой длины сторон квадратов, например 20 м, и забивают колышки с надписями номеров согласно схеме. Например, по северному направлению при измерении забивают колышки с номерами 8 и 3. Если по направлению измерения встречаются тальвеги (ось лощины), водораздельные линии (оси хребтов), перегибы скатов, то в этих точках забиваются плюсы (см. +17 между точками 3 и 8 на рис. 39).

Ж. Устанавливают инструмент над точками 3 и 23 (или 11 и 15) и, выставив вехи под углом в 90°, измеряют полученные направления (от точек 3 до 23) и забивают колышки на углах квадратов, например 2 и 1, 4 и 5.

З. Измеряют линии по направлениям 21—1, 22—2, 24—4 и 25—5 и забивают недостающие колышки.

Для нивелирования углов квадратов нивелир устанавливается вблизи центрального кола, например в точке *А* (см. рис. 39).

Первый отсчет производится по рейке, установленной на центральном коле, а затем на всех углах квадратов. Во избежание ошибок, нивелирование производят по рядам, например, сначала рейку устанавливают на точках **1**, **2**, **3**, **4** и **5**, затем **10**, **9**, 8, **7**, **6**, далее **11**, **12**, **14**, **15** и т. д. Для контроля по окончании нивелирования берут второй отсчет на центральный кол.

Запись отсчетов производят или в журнале нивелирования (стр. 104), или на схеме разбивки квадратов. Пример записи на схеме приведен на рис. 39. Если отсчеты записываются в журнал, то в нем дается схема разбивки квадратов.

При тахеометрической съемке участка работу исполняют в следующем порядке.

А. Устанавливают теодолит над центральным колом, приводят в рабочее положение и ориентируют.

Б. Просматривают северное, восточное, южное и западное направления и намечают пикеты. Если скат ровный, то пикеты намечают на расстоянии 20—25 и 40—50 м от центрального кола по каждому направлению; при наличии на направлениях перегибов скатов пикеты намечаются на всех перегибах скатов.

В. Просматривают участки между перечисленными направлениями и намечают пикеты с таким расчетом, чтобы обеспечить построение плана участка в горизонталях. При наличии ровных скатов пикеты намечают примерно по диагонали между основными направлениями в 30—35 и 60—65 м от центрального кола. Если на местности имеются лощины, всхолмления или перегибы скатов, то пикеты наме-

чают по направлениям тальвегов, водоразделов и на перегибах скатов.

Г. На основе осмотра местности составляют кроки (см. графу 10 журнала тахеометрической съемки на стр. 118), причем точки нумеруют от северного направления по направлению хода часовой стрелки.

Д. Для определения пикетов по основным направлениям, рейку устанавливают в створ направления; на прочие пикеты рейка устанавливается согласно указаниям исполнителя съемки.

Е. Для каждого пикета определяют азимут, расстояние и угол наклона. Для определения азимута вертикальную нить трубы наводят так, чтобы она касалась или была посередине рейки и затем производят отсчет по лимбу. На основных направлениях сначала устанавливают трубу по отсчету (например, 0°, 90° и т. д.), а затем устанавливают рейку в створ данного направления. Определение расстояний и углов наклона производят так, как это описано выше (см. нивелирование направлений).

Ж. Данные измерений записывают в журнал и одновременно сверяют составленные ранее кроки с данными измерений (см. стр. 118—119).

Съемка кроки расположения фортификационного сооружения

Кроки расположения фортификационного сооружения исполняют или путем глазомерной съемки, или сначала составляют скелет карты, который дополняют данными глазомерной съемки. На кроки показывают.

А. Центр сооружения, направление противника, крайние направления огня из сооружения, направление выхода из сооружения, все пронивелированные

направления и местные предметы, по которым произведено ориентирование центра сооружения.

Б. Направление меридиана, все местные предметы вокруг фортификационного сооружения на 200—250 м как-то: дороги (с надписью названия населенных пунктов, которые они соединяют), отдельно расположенные здания, границы сельскохозяйственных угодий (пашня, луг, лес, кустарник), местные ориентиры (отдельные деревья, телефонно-телеграфные столбы, плетни и изгороди), а также основные формы рельефа.

В. Пояснительные надписи, перспективные зарисовки местных предметов и подпись исполнителя работ (рис. 40).

Глазомерная съемка кроки исполняется в следующем порядке.

А. Производится засечка на вехи, отмечающие крайние направления огня и выхода из сооружения, пронивелированные направления и на местные предметы, по которым произведено ориентирование. Вместо засечек можно построить все перечисленные направления транспортиром по данным измерений.

Б. Производится съемка местности.

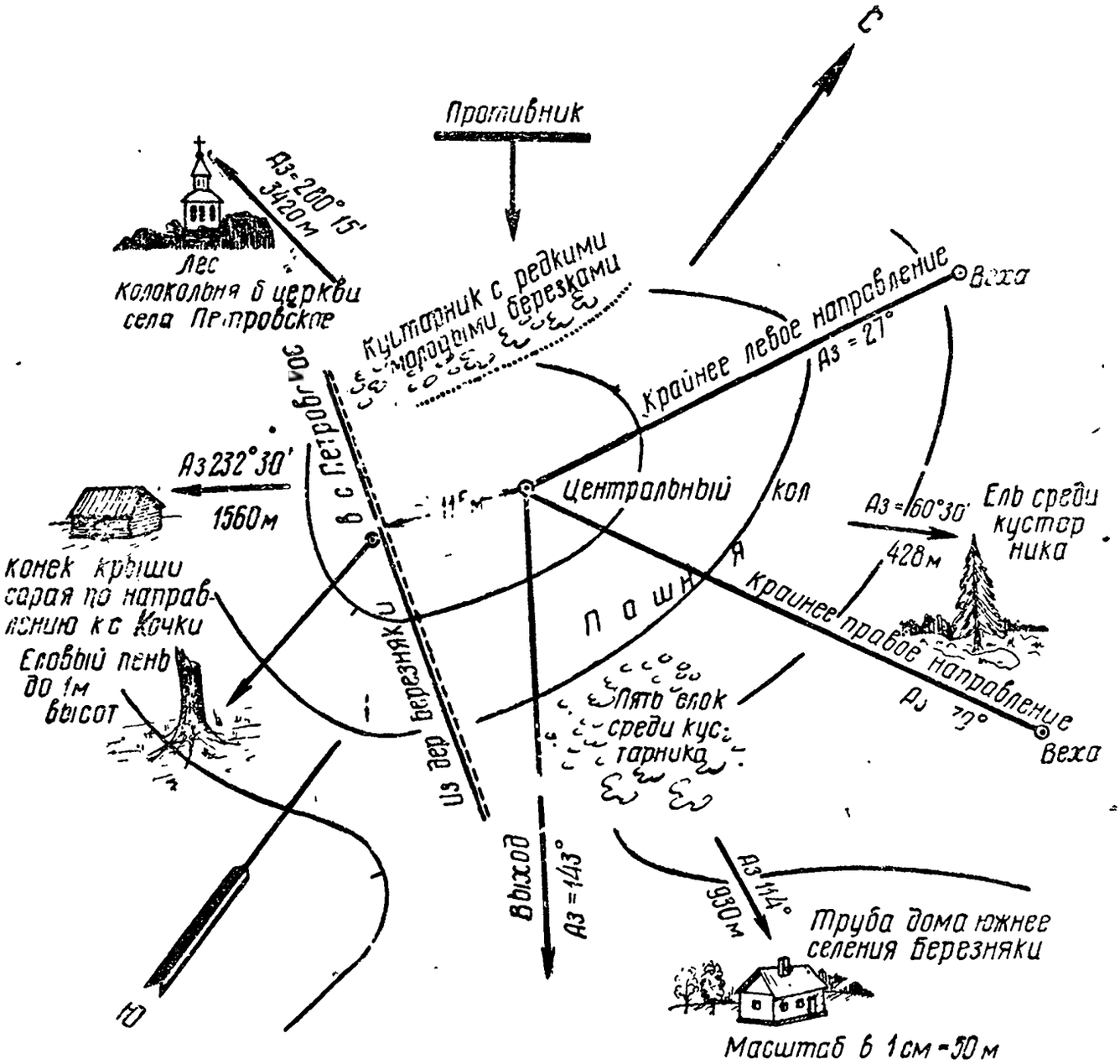
В. Исполняются пояснительные надписи.

Г. Оконченный чертеж сверяется с местностью и обнаруженные недочеты устраняются.

Обработка результатов полевых измерений

На основе данных полевых измерений составляют схему огня, вычисляют отметки, составляют профили и план участка.

Схему огня составляют при помощи транспортира. Чертеж ориентируется по направлению выхода из сооружения, которое показывается вниз от



Центральный кол обозначен колом 05 м, вбитым вровень с землей рядом вбит сторожок высотой над землей 0,40м Вокруг кольев канава 0,20м глубиной, земля набросана вокруг сторожка Также обозначены точки места цели на крайних направленцях Оставлены колышки пикетов и плюсов Грунт суглинистый расчистка обзора не требуется Дорога березняки-Петровское — малонаезженный проселок ближайший водоем — ручей быстрый в 1,5 км по направлению к Петровское Там же имеется песок и гравии. Лесоматериалы в леспромхозе Петровское в 8км от сооружения

Кроки составил

(дата)
(фамилия)

Рис. 40. Кроки расположения фортификационного сооружения

центра сооружения. В связи с этим направление меридиана показывается не параллельным боковым сторонам листа бумаги. Для построения чертежа проводят линию параллельно боковым рамкам черте-

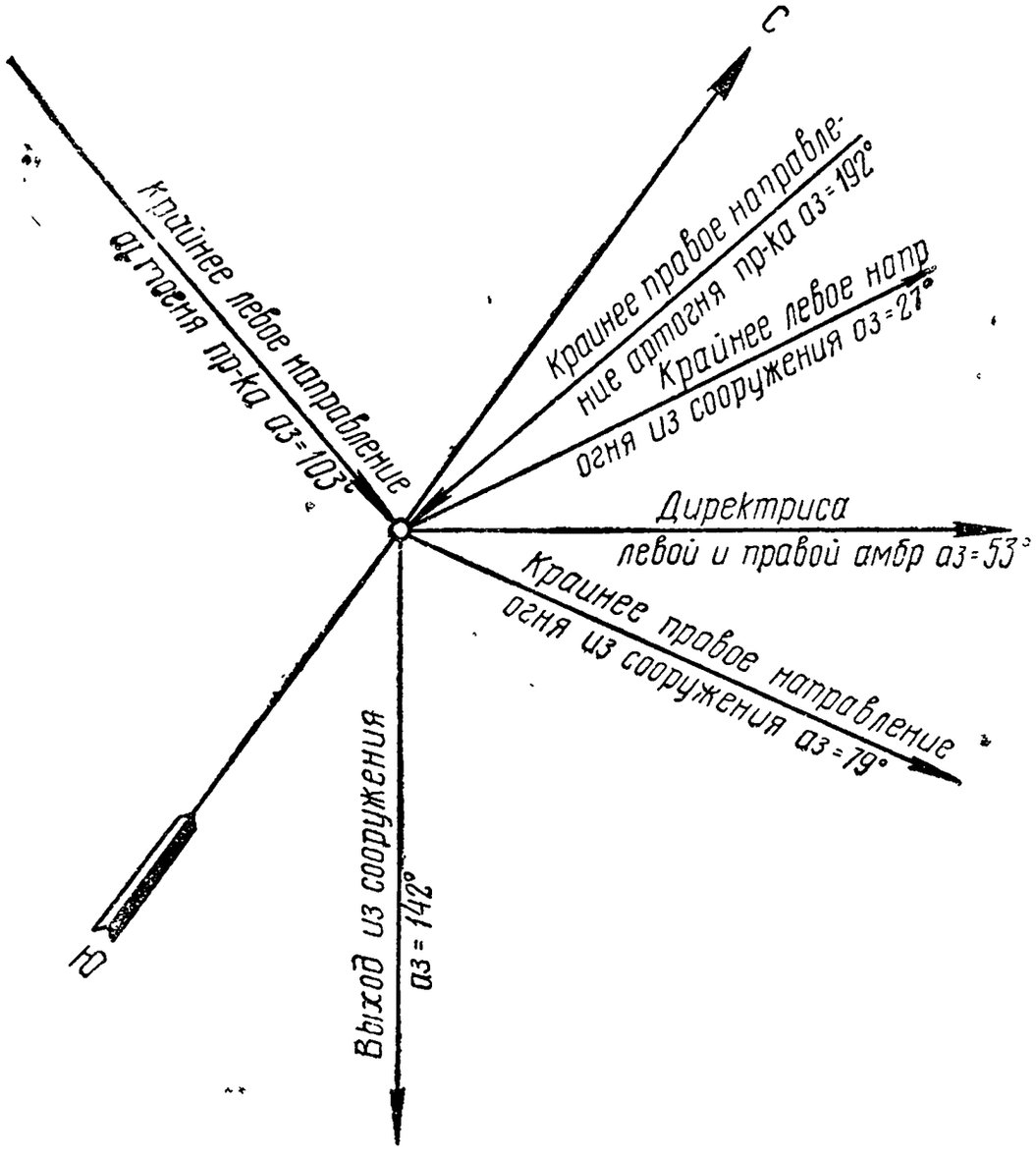


Рис. 41. Схема огня и азимуты крайних выстрелов

жа и отмечают на ней точку — центр сооружения. Совмещают центр транспортира с этой точкой и вращают его около нее до тех пор, пока не получат азимут выхода. После этого отмечают направление меридиана и азимуты направлений. Затем направления вычерчивают и вдоль линии надписывают названия и азимуты направлений (рис. 41).

Если азимуты измерены в делениях угломера, то перед построением схемы огня числовые их значения переводят в градусную меру, пользуясь таблицей для перевода артиллерийских делений угломера в градусы и минуты (см. приложение V).

Вычисление отметок производят в следующем порядке (см. журнал нивелирования, стр. 104—105).

А. Вычисляют средние из читанных отсчетов и записывают в графы 6 и 7.

Б. Вычисляют превышения по формуле

$$h = \text{задн.} - \text{передн.}, \qquad (10)$$

т. е. из среднего заднего отсчета вычитают средний передний и записывают в графы 8 и 9.

В. Производят контроль вычислений, а именно поверяют правильность вычисления средних отсчетов и превышений. Для этого суммируют читанные и средние отсчеты на каждой странице. Сумму читанных делят пополам; полученные числа должны быть равны суммам средних задних (см. 2230 и 3104 в журнале нивелирования, стр. 104).

Для контроля вычисления превышений: а) вычисляют общее превышение (—874) путем вычитания из суммы средних задних (2230) суммы средних передних (3104); б) суммируют превышения со знаками плюс и минус и вычисляют общее превышение (—874 в графе превышений). Разность средних задних и передних должна быть равна алгебраической сумме превышений (по числовому значению и по знаку).

Журнал нивелирования крайних направлений

№ станций	№ точек	Отсчеты по рейке				
		читанные			средние	
		задний	передний	промежуточн.	задний	передний
1	2	3	4	5	6	7
		Крайнее левое направление левой амбразуры				
	п.0	472				
	(центр. кол)	458			465	
I	0+20обр.			661		
	0+50обр.			1461		
	0+30			925		
	п.1		2058			2050
			2042			
	п.1	1788				
		1742			1765	
II	1+40,3			1626		
	1+74,2			918		
	п.2		1076			1054
			1032			
		4460	6208		2230	3104
		2230	3104		— 874	

на фортификационном сооружении №___

Превышения		Горизонт инструмента	Отметки	Пикетаж
+	—			
8	9	10	11	12
			150,000	Пик 2
				Полевая дорога в дер Лесная
				из дер Пеньки — пик 1+74,2
		150,458	149,797	п 1+40,3 перегиб ската
	1585		148,997	
			149,533	Пик 1
			148,415	
				л у г а
				п 0+30,0 перегиб ската
			148,415	
				Пик 0 - Центр кол
		150,257	148,631	п 0+20 обр
711			149,339	
			149,126	п 0+50 обр
711	1585			
—874				

Невелировал _____
(дата)

_____
(фамилия)

Г. Определяют по карте отметку точки центрального кола (п.0) и записывают ее в графу 11. Если этого определения сделать нельзя, то в графу 11 записывают условную отметку п.0.

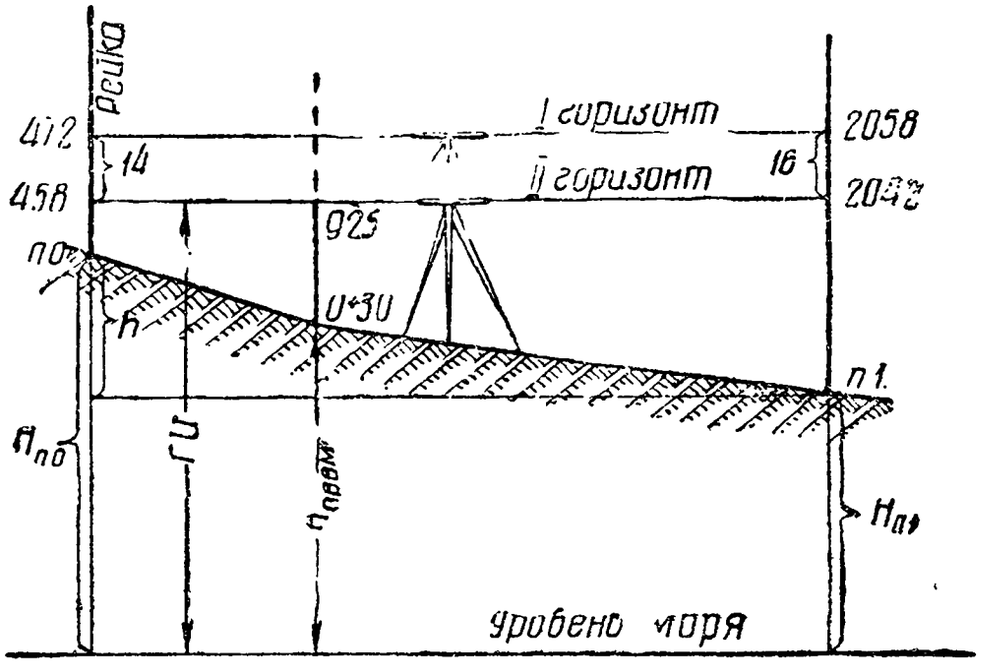


Рис. 42. Схема нивелирования методом двух горизонтов, с показанием отсчетов на I станции

Д. Отметки связующих точек вычисляют по формуле

$$H_{n+1} = H_n + h \qquad (11)$$

или отметка последующей точки равна отметке предыдущей плюс превышение (алгебраически) (рис. 42).

Пример. Отметка п. 1 равна отметке п. 0 (150,000) плюс превышение (—1585) или равна 150,000 + (—1585) = 148,415. Отметка п. 2 равна 148,415 + (+ 711) = 149,126.

Е. Отметки промежуточных точек вычисляют по формуле

$$H_{\text{пром}} = ГИ - A_{\text{пром}} \qquad (12)$$

или отметка промежуточной точки равна горизонту инструмента минус отсчет на промежуточную. Горизонт инструмента

$$ГИ = H_{\text{задн}} + A_{\text{задн II}} \qquad (13)$$

или $ГИ$ равен отметке задней по ходу связующей точки плюс отсчет на этой же точке при втором горизонте (т. е. при том горизонте, при котором брались отсчеты на промежуточные точки).

Пример. Горизонт инструмента для станции I равен отметке п.0 (150,000) плюс отсчет по рейке на п.0 при втором горизонте (458) или $ГИ = 150{,}000 + 458 = 150{,}458$ (рис. 42).

Отметка промежуточной точки $\text{п.0} + 20_{\text{обр}}$ равна $ГИ$ (150,458) минус отсчет на эту точку (661) или

$$H_{0+20} = 150{,}458 - 661 = 149{,}797;$$

$$H_{0+50} = 150{,}458 - 1461 = 148{,}997;$$

$$H_{0+30} = 150{,}458 - 925 = 149{,}533.$$

Для станции II: $ГИ_{II} = 148{,}415 + 1742 = 150{,}257.$

$$H_{1+40{,}3} = 150{,}257 - 1626 = 148{,}631;$$

$$H_{1+74{,}2} = 150{,}257 - 918 = 149{,}339.$$

При нивелировании с перекладкой трубы для вычисления горизонта инструмента берут средний задний отсчет.

Вычисление высот (отметок) нивелирования тахеометрическим методом производится в следующем порядке (см. журнал на стр. 110—111).

А. Вычисляют место нуля и углы наклона на станции и пикеты по формулам (7) и (8), причем для вычисления углов наклона на пикеты место нуля берется как среднее из полученных для станций (с округлением до целых минут).

Б. Вычисляют расстояния путем умножения отсчета по рейке на коэфициент дальномера и записывают в графу 7 (в нашем примере коэфициент дальномера равен 100). При значительных углах наклона вычисляют горизонтальные проекции расстояний по таблицам (приложение VI).

В. Вычисляют прямые и обратные превышения между станциями по формуле

$$h = d \operatorname{tg} \beta + i - v, \qquad (14)$$

где h — превышение;
d — расстояние;
β — угол наклона при наведении визирной оси на верх вехи;
i — высота инструмента;
v — высота вехи (см. рис. 43).

Величину $d \operatorname{tg} \beta$ вычисляют по таблицам высот (приложение VII).

Пример. Вычисление прямого превышения между станциями I и II.

Данные: $\beta = 0°25'$; $d = 181$ м.

Решение: 1) из таблиц высот имеем:

на 100 м	превышение	= 0,73 м
на 80 „	„	= 0,58 „
на 1 „	„	= 0,01 „
на 181 м	превышение	= 1,32 м

2) вычисляем общее превышение по формуле (14). Подставляя в эту формулу высоту инструмента станции I (с которой определяется превышение) и высоту вехи станции II (на которую превышение определяется), получим:

$$h_{пр} = -1{,}32 + 1{,}37 - 2{,}08 = -2{,}03.$$

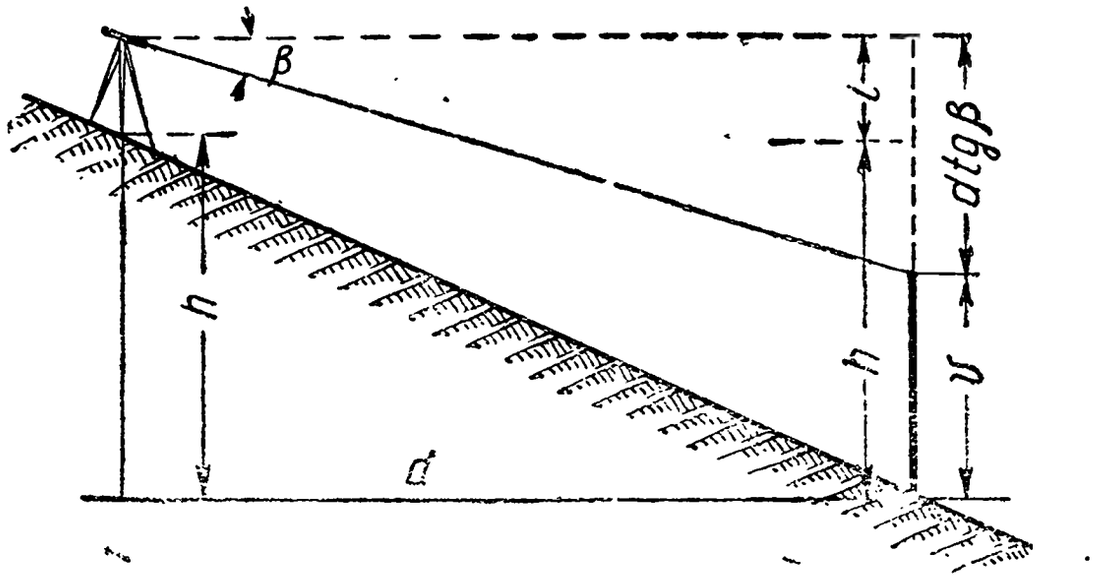


Рис. 43. Вычисление превышения по формуле $h = d\text{tg}\beta + i - v$, при отрицательном значении угла β

Вычисление обратного превышения.

Данные: $\beta = +0°51'$; $d = 181$ м. По таблицам высот получаем, что

$d\text{tg}\,\beta = +2{,}68$; тогда $h_{обр} = +2{,}68 + 1{,}40 - 2{,}00 = +2{,}08$.

Г. Вычисляют алгебраическую сумму прямого и обратного превышений и сравнивают ее с нормой допуска, вычисленной по формуле (9) на стр. 94.

Пример. $h_{пр} + h_{обр} = -2{,}03 + 2{,}08 = +0{,}05$.

Норма допуска $m = \pm 0{,}03 \times 1{,}8 = \pm 0{,}05$.

Таким образом практическая невязка не превышает нормы допуска.

Д. Вычисляют высоты станций, для чего:

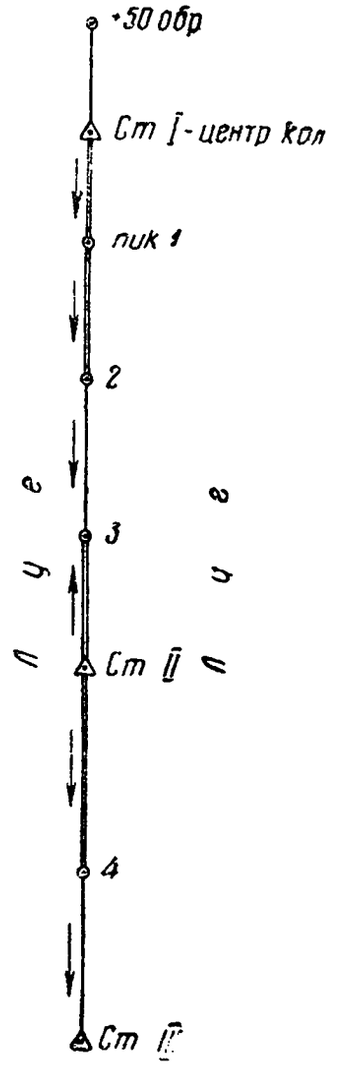
а) определяют по карте высоту станции I и записывают ее в графу 9;

Журнал нивелирования направлений тахеометрическим

№ точек визирования	Отсчеты			Место нуля $M0$
	по рейке	по горизонтальному кругу	по вертикальному кругу	
1	2	3	4	5
	Крайнее правое направление правой амбразуры			
		Станция I		i=1,37
			Кр.Л	
II	181	—	0°28′	360°03′
			Кр.Пр	
II	—	—	359°38′	
			Кр Л	
+50обр.	50	—	0°26′	360°03′
1	41		1°03′	360°03′
2	73	—	1°27′	360°03′
		Станция II		i=1,40;
			Кр.Л	
I	181	—	359°11′	360°02′
III	158	—	0°18′	360°02′
			Кр.Пр	
I	—	—	0°53′	
III	—	—	359°46′	
			Кр.Л	
3	56	—	0°18′	360°02′
4	81	—	0°41′	360°02′

методом на фортификационном сооружении №____

Углы наклона	Горизонтальные расстояния	Превышения	Высоты	Кроки
6	7	8	9	10
v_1=2,00		H_I =	150,00	
— 0°25′	181	— 2,03		
	$h_{ср}$=	— 2,06		
— 0°23′	50	— 0,33	149,67	
— 1°00′	41	— 0,72	149,28	
— 1°24′	73	— 1,78	148,22	
v_2= 2,08		H_{II} =	147,94	
+ 0°51′	181	+ 2,08		
— 0°16′				
— 0°26′	56	— 0,26	147,68	
— 0°39′	81	— 0,92	147,02	



*Измерял*_____
(дата)

_____
(фамилия)

б) вычисляют среднее превышение;

например,

$$h_{ср} = \frac{h_{пр} + h_{обр}}{2} = \frac{-2{,}03 + 2{,}08}{2} = -2{,}06,$$

приписывая ему знак прямого;

в) вычисляют высоты станций по формуле

$$H_{п+1} = H_п + h_{ср} \qquad (15)$$

Пример. $H_{II} = H_I + h_{ср} = 150{,}00 - 2{,}06 = 147{,}94.$

Е. Вычисляют углы наклона на пикеты по формулам (8), например по формуле $\alpha = М0 - Кр.Л.$

Ж. Вычисляют превышения между станцией и пикетами по сокращенной формуле

$$h = d \operatorname{tg} \alpha \qquad (16)$$

(при измерении углов наклона визирную ось наводили на высоту инструмента, что дает $i = v$) и по таблицам высот.

З. Вычисляют высоты пикетов по формуле $H_п = H_{станции} + h$ (сумма алгебраическая).

$$H_{+50} = 150{,}00 - 0{,}33 = 149{,}67$$
$$H_{п.1} = 150{,}00 - 0{,}72 = 149{,}28$$
$$H_{п.2} = 150{,}00 - 1{,}78 = 148{,}22$$
$$H_{п.3} = 147{,}94 - 0{,}26 = 147{,}68$$
$$H_{п.4} = 147{,}94 - 0{,}92 = 147{,}02$$

Построение профилей направлений производится на миллиметровой бумаге. Горизонтальный масштаб 1 : 1000, вертикальный 1 : 100. Построение производят в следующем порядке:

а) проводят горизонтальные линии для подписей отметок и расстояний;

б) подписывают номера пикетов, размечают ординаты плюсов и подписывают расстояния в графе «Расстояния» (рис. 44);

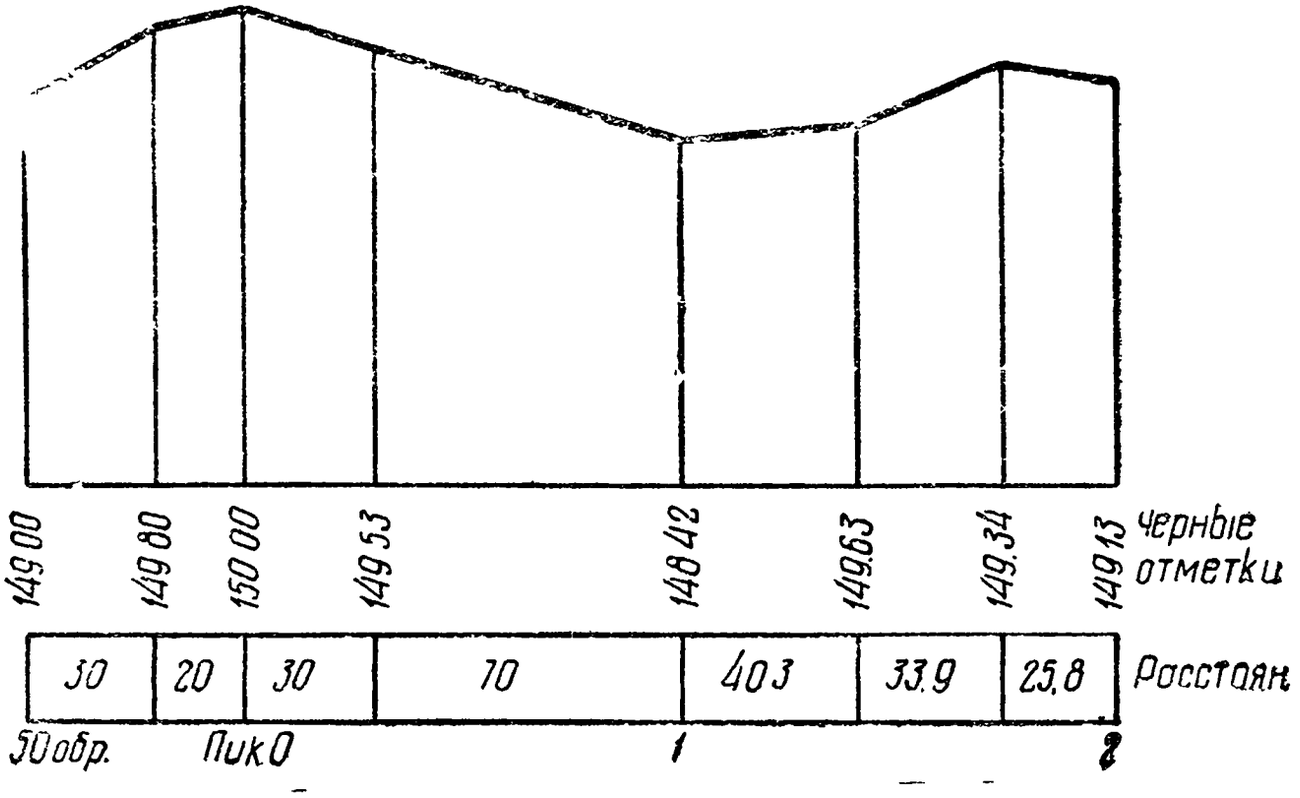


Рис. 44. Профиль направления, полученный нивелированием

в) выписывают из журнала нивелирования отметки поверхности земли (черные отметки) с точностью до 0,01;

г) по отметкам откладывают ординаты и соединяют полученные точки ломаной линией.

Особенности профиля при нивелировании тахеометрическим методом показаны на рис. 45.

Вычисление отметок нивелирования по квадратам производят по формулам, указанным выше, в следующем порядке.

А. Вычисляют горизонт инструмента по отметке центрального кола и отсчету по рейке, стоящей на этом коле.

Б. Вычисляют отметки углов квадратов путем вычитания отсчетов по рейке из горизонта инструмента. Если запись произведена на схеме, то рекомендуется выписать горизонт инструмента на полоску бумаги и,

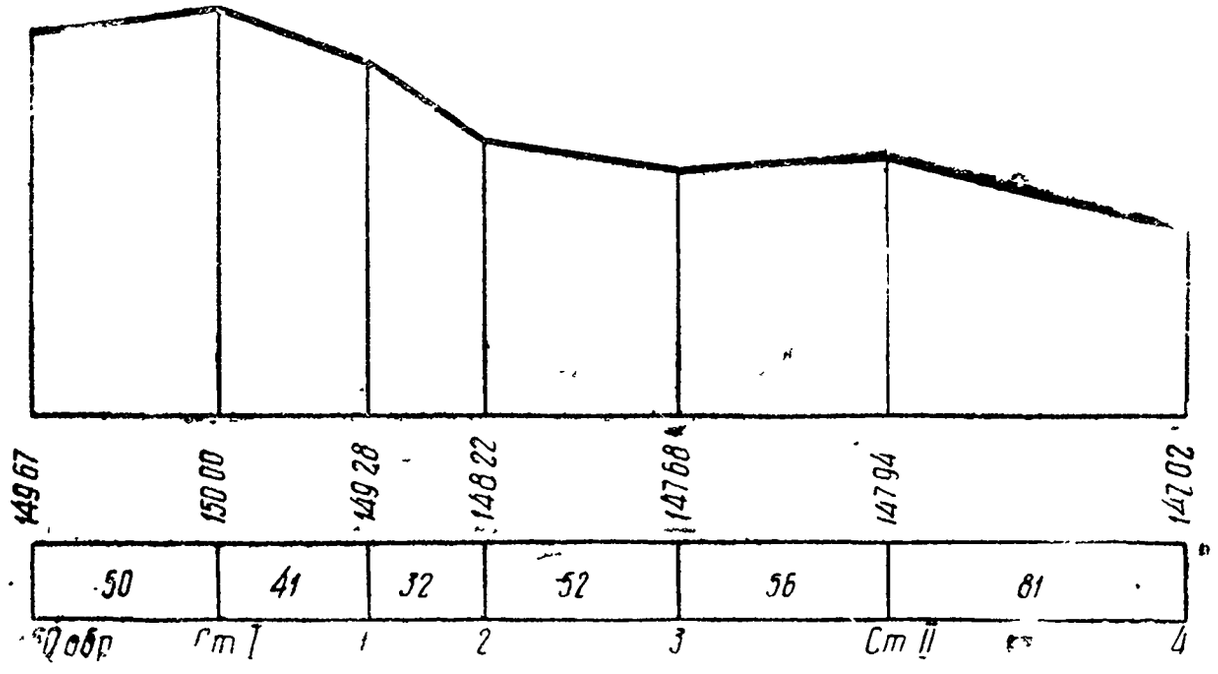


Рис. 45. Профиль направления, полученный тахеометрическим методом

приставляя ее над цифрой отсчета по рейке, производить вычитание. Вычисленные отметки подписываются под отсчетами (пример такой записи см. в юго-восточной части рис. 39).

План участка сооружения составляется в масштабе 1 : 500. Сначала строят квадраты, подписывают отметки с округлением до 0,01 м, а затем производят интерполирование. Высота сечения рельефа 0,5 м, с тем, что при изображении равнинного рельефа высоту сечения принимают равной 20 см, а при изображении овражного — равной 1,0 м. В необходимых случаях проводят дополнительные горизонтали.

Интерполирование с помощью миллиметровой бумаги производится следующим образом,

А. Прикладывают кусочек миллиметровой бумаги к стороне квадрата и на нее переносят точки углов квадратов.

Б. По отметкам точек строят профиль линии (см. *АБ* на рис. 46).

В. На профиле линии определяют точки, высоты которых соответствуют высотам горизонталей. Эти-

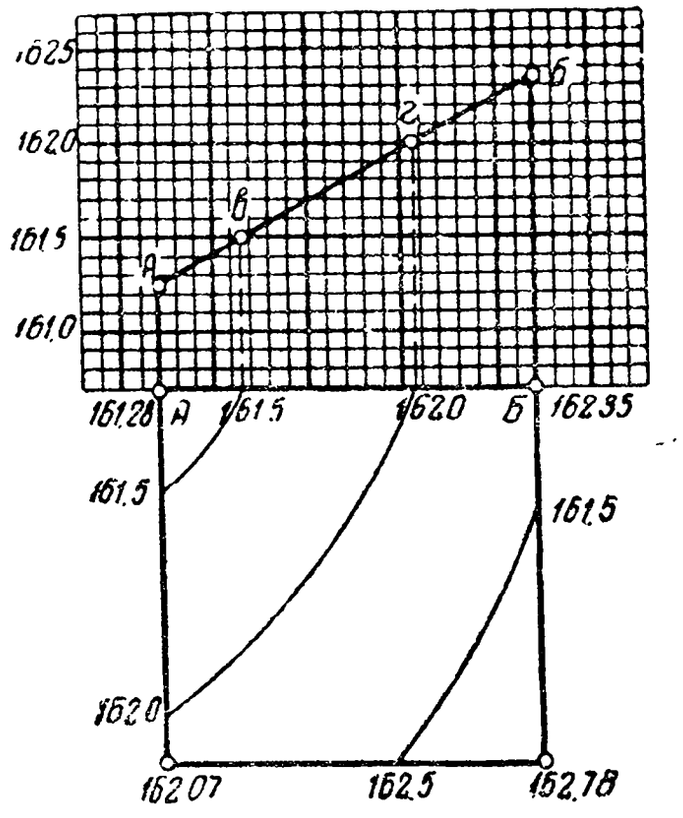


Рис. 46. Интерполирование при помощи миллиметровой бумаги

ми точками являются точки пересечения профиля линии с проекциями секущих плоскостей (см. *в* и *г* на рис. 46).

Г. Проектируют полученные точки *в* и *г* на сторону квадрата и подписывают их высоты (так как высоты эти служат для проведения горизонталей и на окончательном плане не показываются, то подписи их исполняются карандашом едва заметно).

Д. Описанным приемом производят интерполирование по всем сторонам квадратов, а если необходимо, то по линиям тальвегов, водоразделов и по диагоналям квадратов (см. рис. 39).

Е. Полученные точки соединяют кривыми линиями и получают горизонтали; кривизна горизонталей в пределах каждого квадрата определяется общим их направлением.

Для интерполирования с помощью восковки на полоске восковой бумаги или бумажной кальки проводят параллельные линии через 3—5 мм и подписывают их в соответствии с высотой сечения.

Интерполирование с помощью восковки производят так.

А. Накладывают восковку на интерполируемую линию и, передвигая ее по вертикали (перпендикулярно линиям), устанавливают так, чтобы положение первой точки, например *А*, соответствовало отметке этой точки; иначе говоря, по данной отметке определяют точку как на профильной бумаге, но без вертикальных линий (рис. 47).

Б. Берут карандаш в левую руку, устанавливают на точку *А* и тем самым прижимают кальку к чертежу.

В. Вращают кальку вокруг точки *А* до тех пор, пока не получат положение второй точки *Б* как на профиле в соответствии с ее отметкой.

Г. Передавливают карандашом точки пересечения *в* и *г* линии *АБ* с линиями восковки, соответствующие высотам горизонталей.

Д. Снимают восковку и надписывают точки на плане.

При интерполировании на глаз вычисляют разность отметок, делят расстояние между точками на глаз на равные отрезки, соответствую-

щие десятым долям сечения, и определяют местоположение горизонталей. Так например (рис. 47), разность отметок точек *Д* и *Е* равна 0,71 м или 0,7. Делим длину *ДЕ* на 7 частей, каждая из которых соответствует 0,1 м высоты. Отсчитываем от точ-

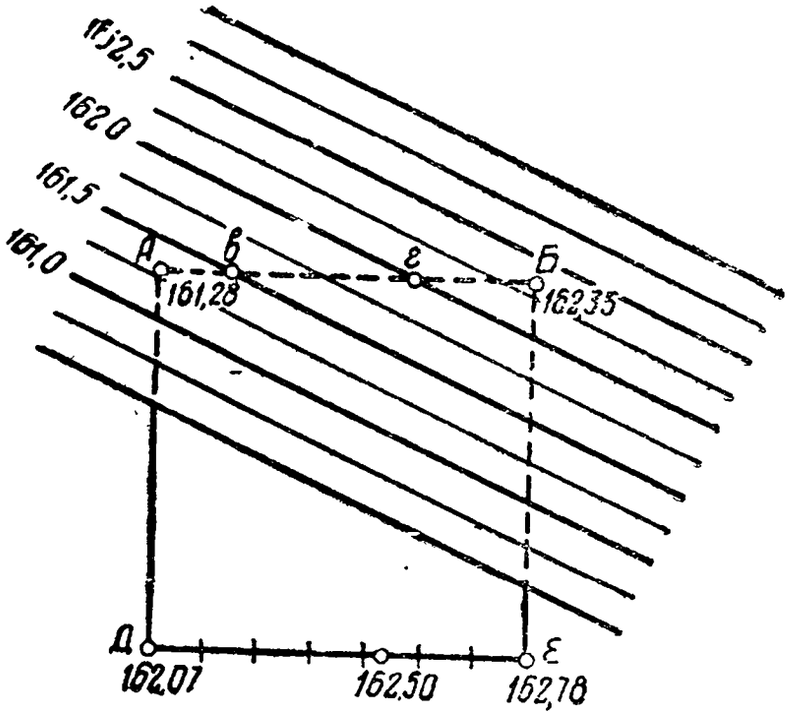


Рис. 47. Интерполирование при помощи восковой бумаги

ки *Д* четыре промежутка по 0,1 м и 1/3 пятого; получаем точку с высотой 162,50 м.

Вычерчивание плана производят в следующем порядке.

А. Вычерчивают кружки точек и подписывают отметки черной тушью; отметки подписываются справа и ниже точек (рис. 48).

Б. Вычерчивают синей тушью стороны квадратов.

В. Размещают и исполняют коричневой тушью (жженая сиена) подписи высот горизонталей.

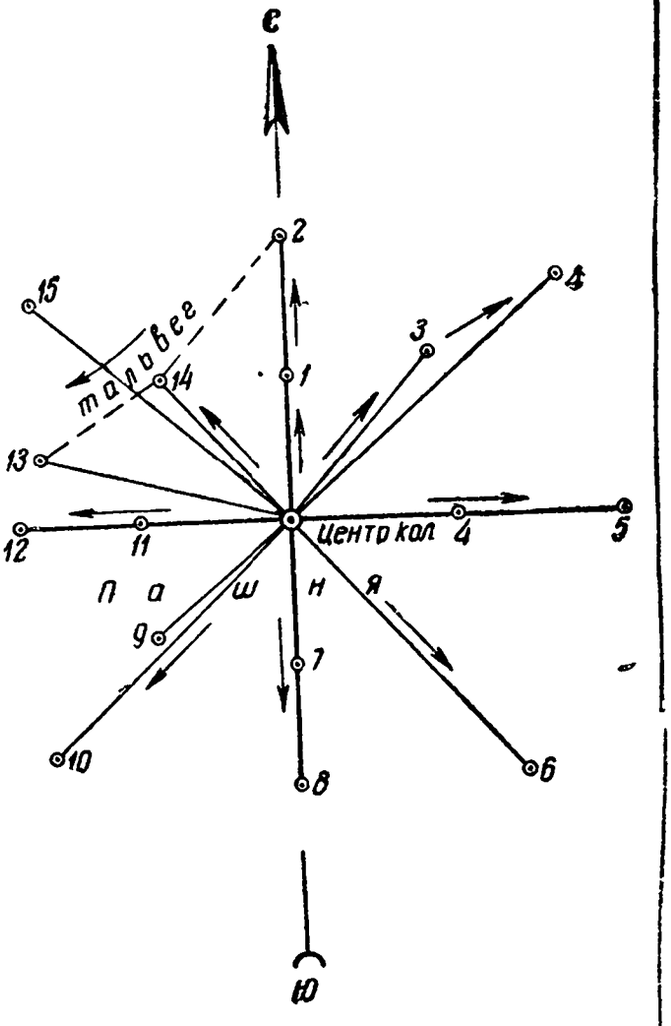
Подписи высот горизонталей размещают в разрывах горизонталей колонкой (одна над другой) и так, чтобы верх подписи был направлен вверх ската.

Журнал тахеометрической съемки

№ точек визирования	Отсчеты			Место нуля *М*0	Углы наклона
	по рейке	по горизонтальному кругу (азимут)	по вертикальному кругу		
1	2	3	4	5	6
	Станция „Центр. кол“				i=1,38
		Кр. Л			
1	17,6	0°00′	3°23′	359°58′	— 3°25′
2	35,6	0°00′	3°09′	„	— 3°11′
3	28,8	39°25′	1°25′	„	— 1°27′
4	49,6	44°45′	1°44′	„	— 1°46′
5	20,8	90°00′	1°24′	„	— 1°26′
6	40,8	90°00′	2°50′	„	— 2°52′
		и т. д.			

фортификационного сооружения №___

Горизонтальные расстояния	Превышения	Высота	Кроки
7	8	9	10
	$H_{ст}$ =	164,00	
17,6	— 1,05	162,95	
35,6	— 1,98	162,02	
28,8	— 0,73	163,27	
49,6	— 1,53	162,47	
20,8	— 0,52	163,48	
40,8	— 2,04	161,96	



Измерял _____
(дата)

_____
(фамилия)

Г. Вычерчивают (жженой сиеной) горизонтали и расставляют берг-штрихи.

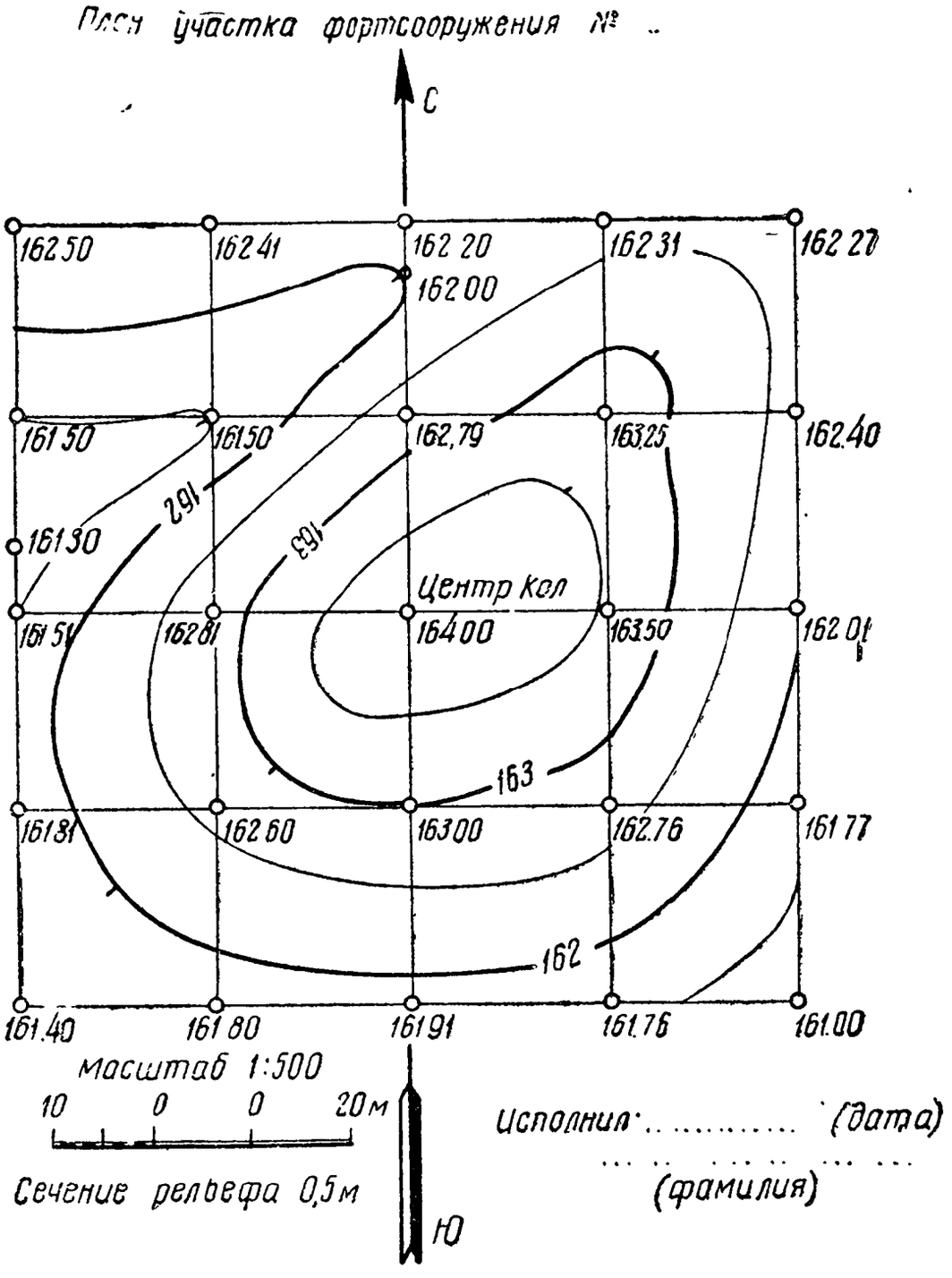


Рис. 48. Оформление плана участка при съемке нивелированием по квадратам

Д. Черной тушью вычерчивают меридиан и исполняют все подписи согласно рис. 48.

Вычисление высот (отметок) пикетов тахеометрической съемки (стр. 118) производят так же,

как и вычисление высот при нивелировании направлений (см. «Нивелирование направлений тахеометрическим методом»).

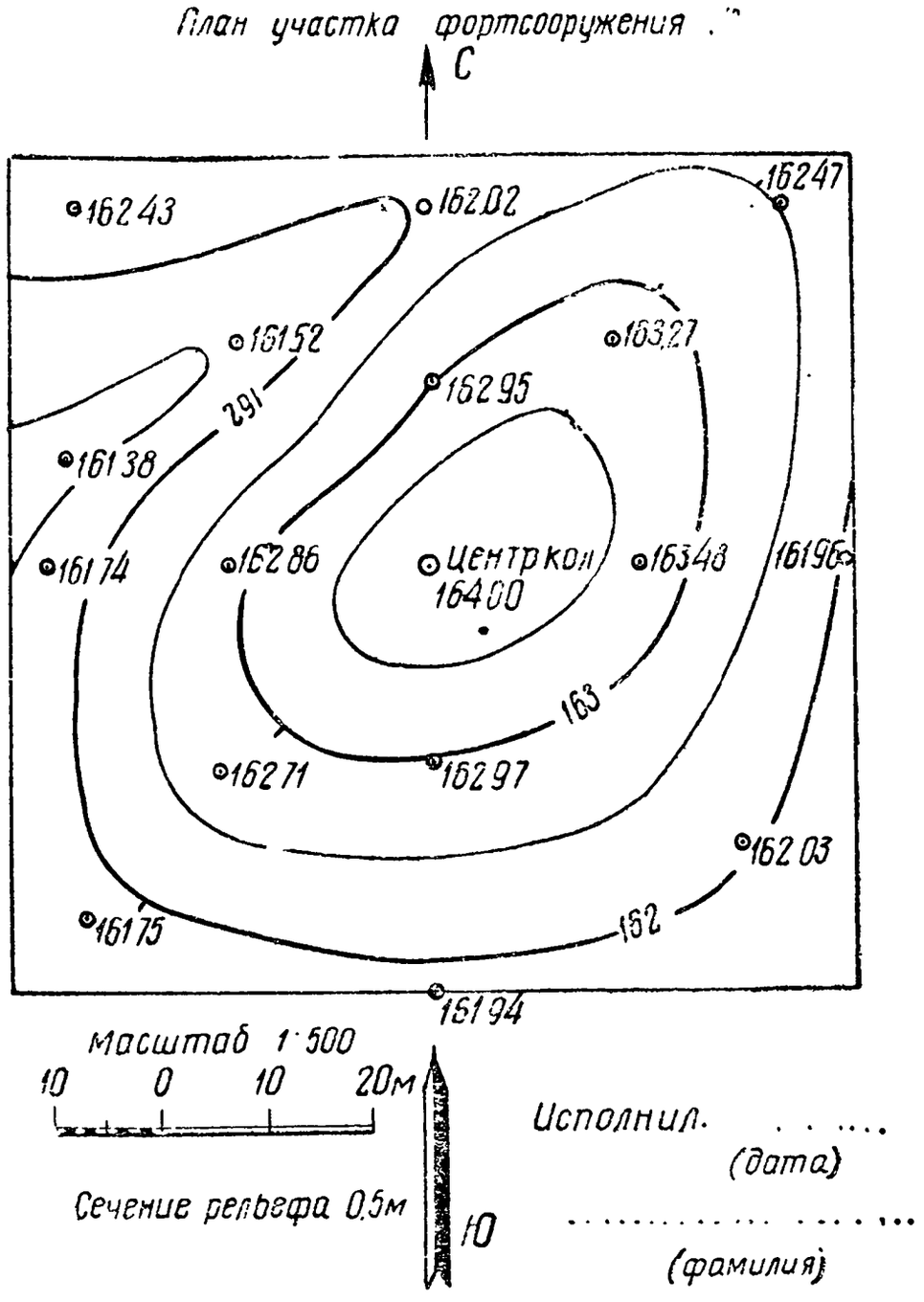


Рис. 49. Оформление плана участка при тахеометрической съемке

Построение плана тахеометрической съемки производят в следующем порядке.

А. Проводят меридиан и намечают точку — центральный кол.

Б. При помощи транспортира отмеряют азимуты пикетов и, соединяя точки с центральным колом, получают направления.

В. От центрального кола по направлениям отмеряют расстояния (в масштабе 1 : 500) до пикетов и получают точки пикетов.

Г. Надписывают номера и высоты пикетов. Номера пикетов при вычерчивании не надписываются.

Д. Производят интерполирование согласно кроки и проводят горизонтали.

Е. Вычерчивают план, а именно: надписывают черной тушью высоты пикетов, а коричневой тушью высоты горизонталей; вычерчивают горизонтали (коричневой) и исполняют черной тушью все подписи (рис. 49).

Глава IV

ПРИМЕР ПОСАДКИ И РАЗБИВКИ ОГНЕВОГО СООРУЖЕНИЯ НА МЕСТНОСТИ

Задание

Требуется определить месторасположение центра орудийно-пулеметного полукапонира и провести разбивку и посадку его на местности в соответствии с утвержденным предварительным решением (рис. 50).

Основная задача сооружения — обстрел орудийно-пулеметным огнем противотанкового рва на участке ВС. Вооружение одна 45-мм противотанковая пушка и один станковый пулемет.

Тип сооружения — одноэтажный железобетонный полукапонир (рис. 51).

Состав рекогносцировочной группы и снаряжение

Состав рекогносцировочной группы и ее снаряжение перечислены в главе II.

При получении геодезических инструментов с базы (со склада) необходимо произвести тщательный осмотр инструмента, лично убедиться в его исправности и пригодности для работы.

Осмотр производится в следующем порядке.

А. Поверяется возможность скрепления инструмента со штативом.

Прежде чем вынуть инструмент из ящика, необходимо посмотреть и запомнить расположение отдельных частей (зрительной трубы, вертикального круга, зажимных и наводящих винтов). Вынутый из ящика инструмент устанавливается на заранее расставленный штатив и, во избежание падения со штатива, обязательно скрепляется с штативом становым винтом.

После установки инструмента на штатив все упаковочные части и принадлежности, а также крышка объектива зрительной трубы укладываются в ящик, который закрывается. Ключ от ящика рекомендуется привязывать наглухо к ручке ящика.

Б. В зрительной трубе поверяют наличие сетки нитей, исправность передвижения окулярной трубки и исправность кремальерки. Для этого наводят трубу на светлый фон и, вращая окулярную трубку, устанавливают сетку на ясность изображения нитей.

Затем, наводя на какой-нибудь предмет и вращая кремальерку, устанавливают трубу на ясность изображения предмета.

В. Поверяют исправность подъемных винтов, зажимных (закрепительных) и наводящих винтов путем их закрепления или вращения.

Г. Поверяют исправность лупп (движение их в держателях) и правильность изображения.

Д. Поверяют исправность лимба и верньеров (устанавливают выбоины, пятна, неясную подпись штрихов).

Е. Поверяют исправность уровней на алидаде и уровня вертикального круга (отмечают наличие трещин и возможность передвижения уровня вертикального круга и другие недочеты).

Ж. Поверяют наличие принадлежностей (отвеса, шпилек, ключей, запасных частей), упаковочных частей, исправность ящика и его замка.

В результате осмотра устанавливают пригодность инструмента для работ и, в случае невозможности исправить обнаруженные при поверках недочеты, требуют замены инструмента.

Для длительной перевозки (по железным дорогам, водным путям) инструменты, включая рейки и штативы, упаковываются в ящики с прокладкой из соломы, сена или других упаковочных материалов. На крышке ящика большими буквами надписывают: «осторожно; верх; не кантовать». При перевозке в автомобилях или повозках, под ящики инструментов необходимо подкладывать сено или солому или перевозить ящики с инструментами, держа их в руках (при сидячем положении — на коленях).

Для перевозки и хранения канцелярских и чертежных принадлежностей, бумаги и т. п. рекомендуется изготовлять специальный ящик, не пропускающий влаги. На все снаряжение составляется подробная опись, один экземпляр которой рекомендуется хранить в ящике.

При производстве измерений азимутов направлений и нивелировании тахеометрическим методом достаточно иметь двух рабочих: одного у инструмента и второго на расстановке вех или с рейкой. При разбивке пикетажа и нивелировании необходимы трое рабочих, так как с двумя рабочими работать трудно и работа идет медленно. При разбивке пикетажа двое рабочих идут с лентой, а третий забивает колышки. При нивелировании — двое с рейкой, третий у инструмента.

Кроме инструментов, в снаряжение партии необходимо включать: 1—2 топора, шпагат, около 10 гвоздей разных размеров и лопату.

В степных и открытых местах необходимо включать в снаряжение партии вехи, колья и колышки для обозначения линий и точек. В среднем на каждую точку работ необходимо иметь 5—6 вех высотой 2—3 м, 8—10 кольев размером 0,80—1,00 м (для сторожков) и 40—50 колышков размером 0,40—0,50 м (для обозначения точек).

При производстве полевых работ необходимо обращать особое внимание на прочное закрепление точек на местности; как правило, каждая инструментально определенная точка должна быть закреплена на местности (вбиванием колышка и сторожка) и окопана.

По окончании работ необходимо практиковать тщательный осмотр правильности закрепления основных точек.

В нашем примере будем считать, что для исполнения геодезических работ получены следующие инструменты: теодолит, нивелир, рейка, мерная лента и рулетка.

Р е ш е н и е. Последовательность проведения работ по выполнению поставленных задач может быть принята следующая.

1. Выбор места расположения сооружения.
2. Ориентирование сооружения на местности.
3. Определение глубины посадки сооружения и вертикальных углов обстрела.
4. Нивелирование направлений и съемка всего участка.

1. Выбор места расположения сооружения

Место расположения сооружения в оборонительном районе предварительно намечается по карте при решении системы огня, здесь же подразумеваются вопросы определения на местности района расположения сооружения и местоположения условного центра сооружения или центрального кола.

Переезд в район работ производится доступными средствами. Если место работ расположено в малообжитых районах, то рекомендуется по карте и на основе опроса жителей близрасположенных селений составить кроки маршрута с указанием ориентиров (пересечений дорог, рек с их названиями, указателями дорог, местных предметов).

При отсутствии ориентиров, например в местах открытых (степных), и для движения по массивам лесов по карте, определяются азимуты и расстояния участков маршрута, которые подписываются на кроки. Передвижение в этих условиях производится по азимутам.

Переходя к нашему примеру, отметим, что, прибыв на пересечение дорог (рис. 50), производят ориентирование карты по компасу или по дороге. Затем ориентируются по местным предметам и по рельефу. В частности устанавливают наличие на местности контуров лесов, тальвегов, хребтов, вершин всхолмлений. Разобравшись в местных предметах, определяют направление на точку расположения сооружения и передвигаются на нее. Придя на эту точку, ориентируют карту по компасу и проверяют положение точки, производя обратную засечку, для чего используется 3—4 местных предмета.

Положение центра сооружения на местности определяется из условий удобства обстрела и наблюде-

ния в заданном секторе и маскировки сооружения от воздушного и наземного наблюдения противника.

Эти требования являются обязательными и ни одно из них не должно решаться в ущерб другому.

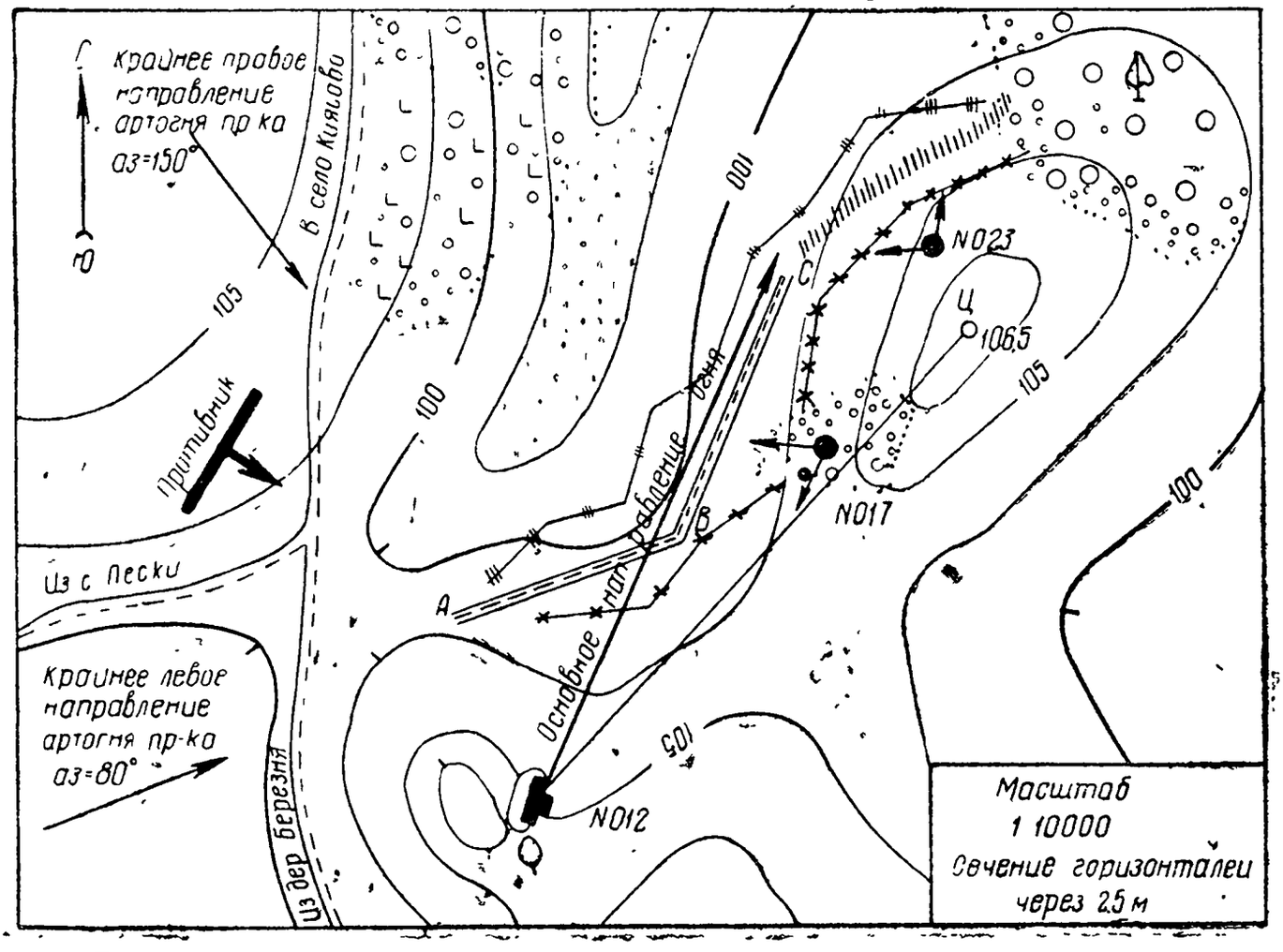


Рис. 50. Схема предварительного решения посадки сооружения

При выборе центра сооружения необходимо учитывать также возможную глубину посадки сооружения, положение осей вращения оружия и габариты сооружения.

Центр сооружения должен быть выбран так, чтобы избежать по возможности больших работ по планировке участка и в то же время иметь со стороны напольной стенки достаточную земляную маску для сокрытия сооружения от наземного наблюдения противника.

В результате тщательного изучения местности намечают центр сооружения. Точку, отмеченную на местности, обозначают прочно вбитым колом с надписью номера сооружения или шифра, после чего приступают к ориентированию сооружения на местности.

2. Ориентирование сооружения на местности

Ориентирование сооружения на местности проводится в соответствии с данными предварительного решения (см. рис. 50) и состоит в определении азимутов директрис, крайних направлений огня амбразур и выхода из сооружения.

Для этого определяем по карте азимут основного заданного направления огня из сооружения, который принимаем равным азимуту директрисы.

В нашем примере директрисы обеих амбразур параллельны и имеют один и тот же азимут, равный 22°.

Азимуты крайних направлений огня амбразур определим, исходя из положения директрисы секторов обстрела амбразур.

Для пулеметной амбразуры: сектор обстрела 50°; азимут директрисы 22°; азимут крайнего левого направления огня амбразуры $22°+360°-25°=357°$; азимут крайнего правого направления огня амбразуры $22°+25°=47°$.

Для орудийной амбразуры: сектор обстрела 60°; азимут директрисы 22°; азимут крайнего левого направления огня амбразуры $22°+360°-30°=352°$; азимут крайнего правого направления огня амбразуры $22°+30°=52°$.

Непосредственный выход из сооружения по проекту (рис. 52) расположен в боковой напольной

стенке. Таким образом азимут выхода будет равен обратному азимуту директрисы, т. е.

$$22° + 180° = 202°.$$

Необходимо проверить правильность ориентирования сооружения, т. е. обеспечиваются ли амбразуры

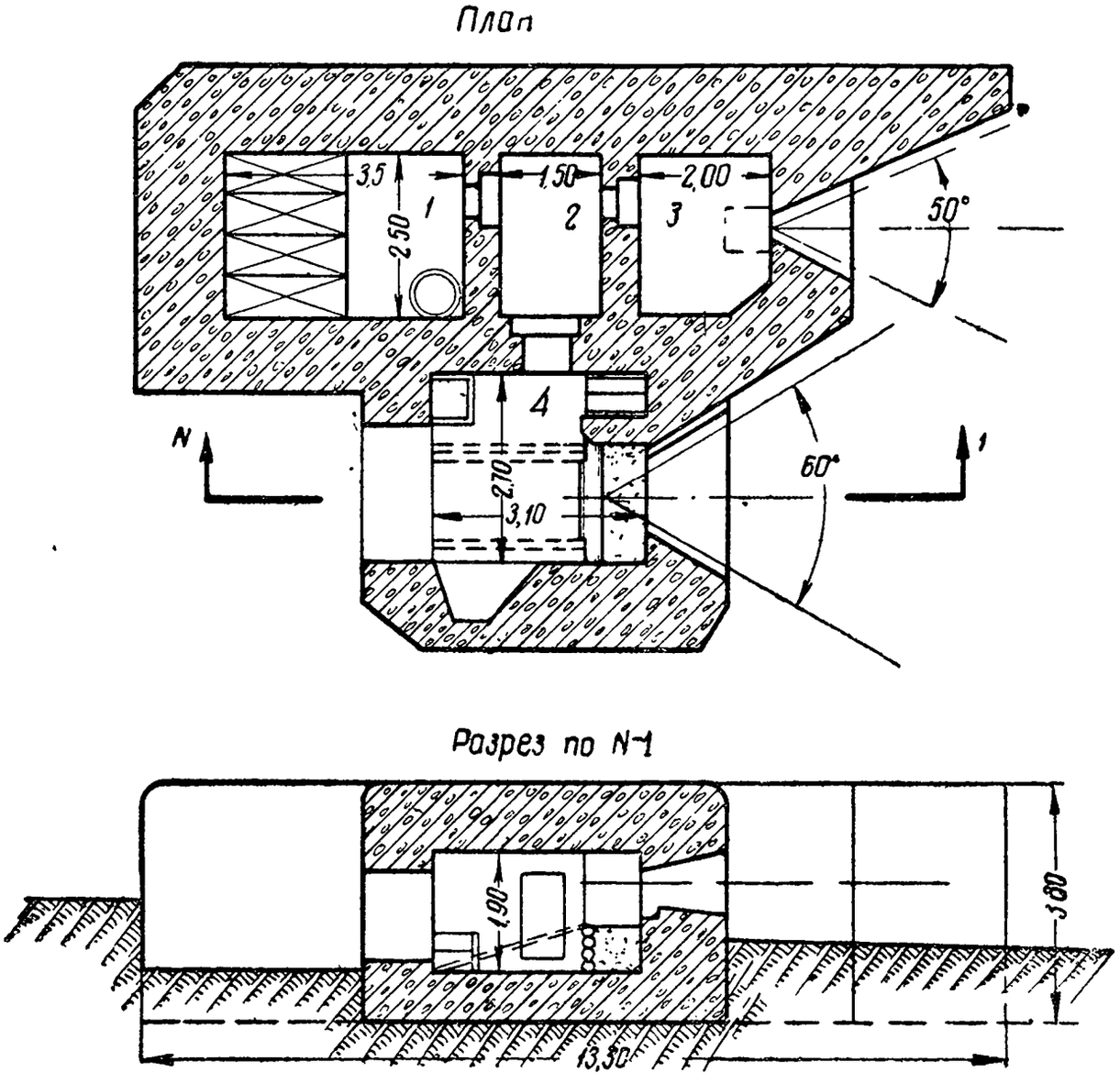


Рис. 51. Орудийно-пулеметный полукапонир: *1* — убежище; *2* — тамбур; *3* — пулеметный каземат; *4* — орудийный каземат

и вход от прямых попаданий артснарядов при настильной стрельбе артиллерии противника по сооружению. Для этого на разбивочном чертеже (см.

рис. 52) перед амбразурной и боковой стенками проводим соответствующие направления наиболее опасных выстрелов, по которым и судим о правильности

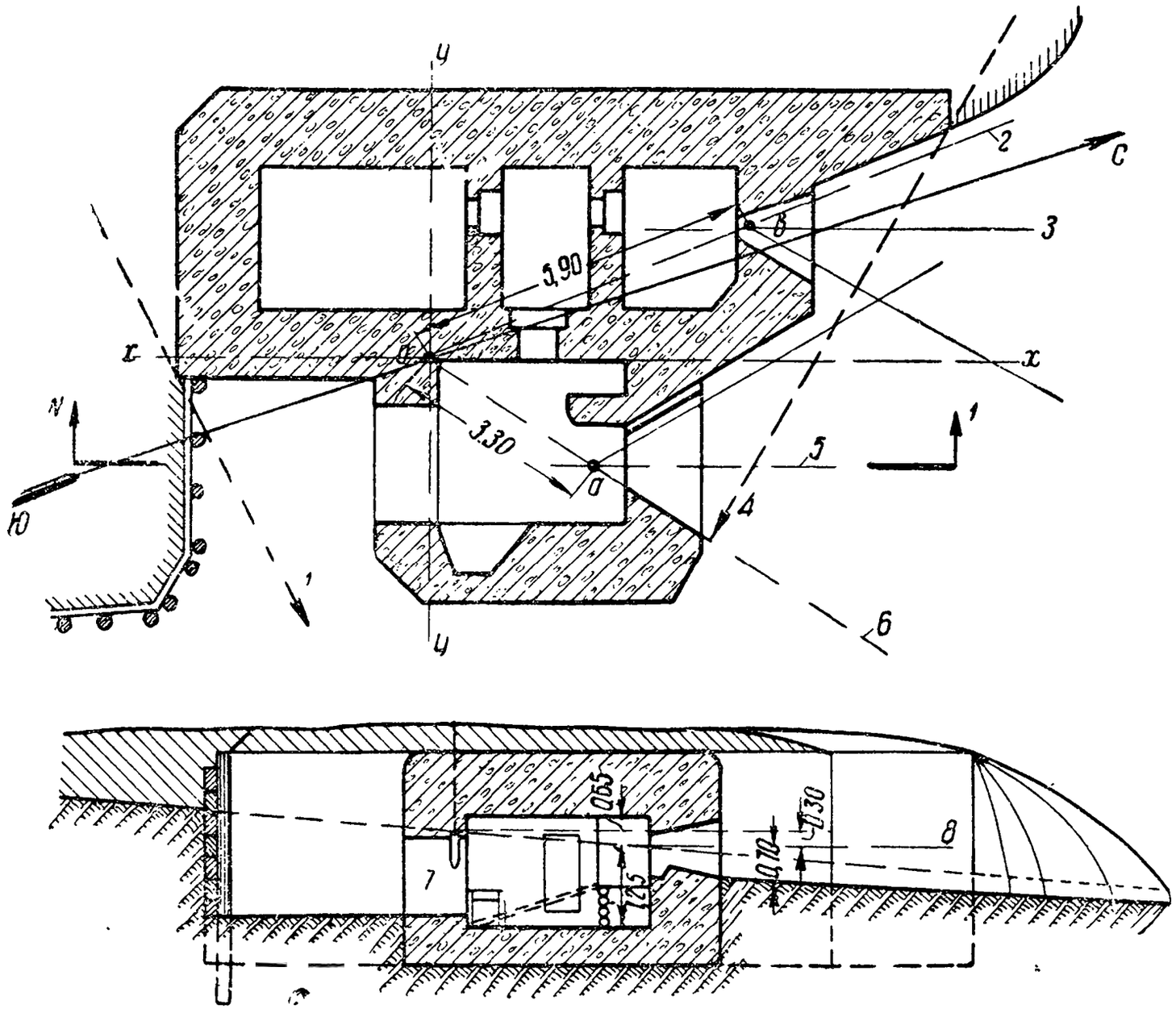


Рис. 52. Схема разбивки и посадки сооружения: *1* — крайнее левое направление артогня противника, аз = 80°; *2* — крайний левый выстрел, аз = 357°; *3* — директриса, аз = 22°; *4* — крайнее правое направление артогня противника, аз = 150°; *5* — директриса, аз = 22°; *6* — крайний правый выстрел, аз = 52°; *7* — центр. кол; *8* — нулевая линия (горизонт оружия)

ориентирования сооружения. Если окажется, что амбразуры и вход не обеспечиваются от прямых попаданий артснарядов, необходимо сооружение раз-

вернуть еще больше в нашу сторону (не в ущерб огневым задачам) или увеличить длину защитного крыла, а также принять соответствующие меры по обеспечению входа (например, устройство траверса или дворика).

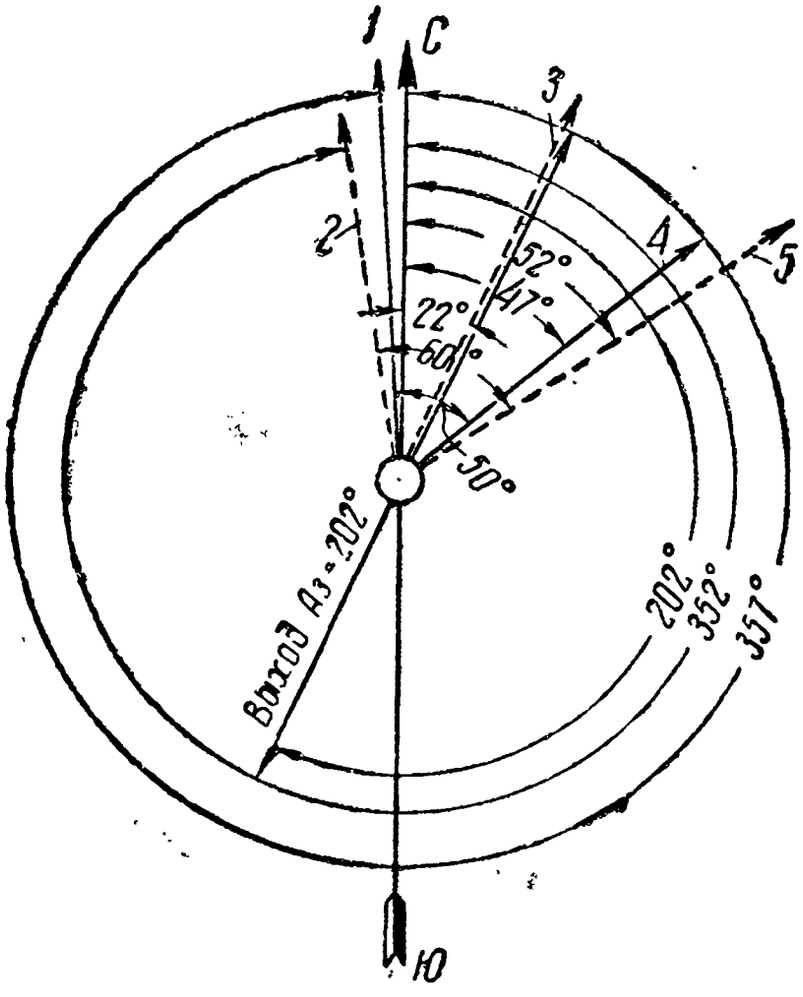


Рис. 53. Схема определения азимутов направлений огня и выхода из сооружения: *1* — крайний левый выстрел пулеметной амбразуры, аз = 357°; *2* — крайний левый выстрел орудийной амбразуры, аз = 352°; *3* — директриса, аз = 22°; *4* — крайний правый выстрел пулеметной амбразуры, аз = 47°; *5* — крайний правый выстрел орудийной амбразуры, аз = 52°

Проверка правильности найденных азимутов направлений огня и выхода из сооружения производится графическим способом (рис. 53).

Проверив правильность азимутов, устанавливаем теодолит над центральным колом и ориентируем

его. Последовательно устанавливаем верньер на отсчеты азимутов и данные направления обозначаем вехами, тем самым перенося предварительное решение в натуру.

Осмотрев на местности направления артогня противника и сектор обстрела из сооружения, приходим к выводу, что существенных изменений в проект сектора обстрела вносить не требуется и поэтому производим измерение азимутов направлений с записью их в журнал измерений.

Не снимая теодолита, производим измерение азимутов на местные ориентиры. Таких ориентиров имеем три: 1) пересечение дорог (см. рис. 50); 2) сухое дерево у южной опушки леса перед высотой 106,5 и 3) крышу дома деревни Березня (за южной рамкой, рис. 50).

Измерив эти азимуты, записываем их в журнал измерения азимутов. После этого выставляем вехи по направлениям на север, на юг, на запад и на восток для разбивки сетки квадратов.

3. Определение глубины посадки сооружения и вертикальных углов обстрела

Посадка сооружения проводится по нулевой линии сооружения с учетом действительного положения на местности центров вращения оружия (рис. 52, точки *a*, *b*).

При определении глубины посадки сооружения необходимо учитывать условия ведения огня прямой наводкой на заданную дистанцию, маскировку сооружения, уровень грунтовых вод и возможную глубину снежного покрова.

Обращаясь к нашему примеру, посадку сооружения проведем по орудийной амбразуре и примем

равной 0,70 м над горизонтом у амбразурной стенки. Тогда отметка нулевой линии по отношению к центральному колу будет равна —0,30 (см. рис. 52).

Вертикальные углы обстрела определим, исходя из дальности огня и углов места цели.

В соответствии с огневыми задачами сооружения предельную дальность огня для станкового пулемета примем 1500 м, а для противотанковой пушки — 2000 м. Углы места цели для дальних и ближних дистанций определим с помощью угломерного инструмента или геометрическим способом по превышениям.

В нашем примере, исходя из условия поражения цели высотой 3 м на предельной дистанции стрельбы по направлению линии *ОЦ* (см. рис. 50), угол места цели равен (определен по карте) $\beta_1 = +0°17'$.

Угол места цели для ближайшей дистанции $\beta_2 = -0°45'$.

Углы возвышения для пулеметной и орудийной амбразур определим по формуле (4).

Для пулеметной амбразуры

$$\gamma_1 = +0°17' + 1°54' = 2°11'.$$

Для орудийной амбразуры

$$\gamma_2 = +0°17' + 1°12' \approx 1°.$$

Угол склонения для обеих амбразур примем одинаковым и равным γ_1 — углу места цели при стрельбе на ближнюю дистанцию.

Полученные данные по разбивке и посадке сооружения должны быть записаны в формулярную карточку сооружения (см. стр. 146).

4. Нивелирование направлений, съемка участка и кроки

Нивелирование направлений производим, как указано выше (см. главу III), последовательно испол-

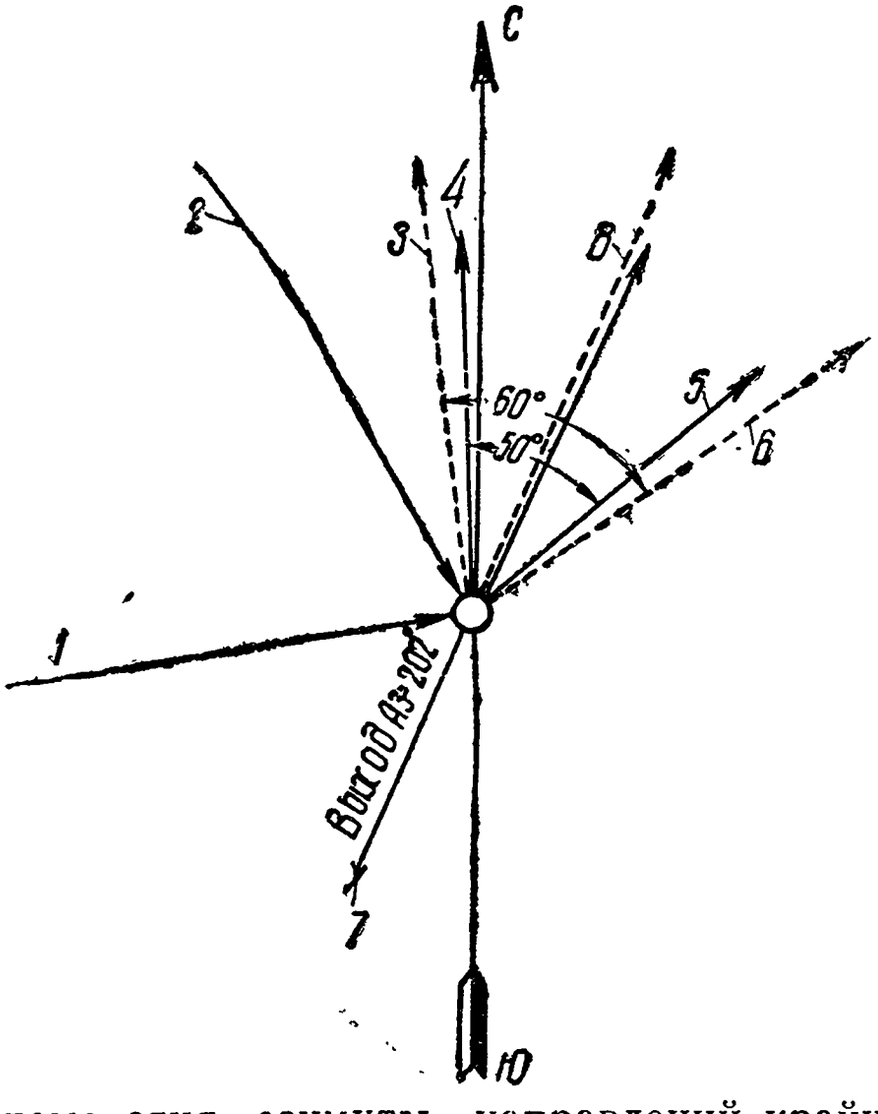


Рис. 54. Схема огня, азимуты направлений крайних выстрелов и выходы из сооружения: *1* — крайнее левое направление артогня противника, аз = 80°; *2* - крайнее правое направление артогня противника, аз = 150°; *3* — крайний левый выстрел орудийной амбразуры, аз = 352°; *4* — крайний левый выстрел пулеметной амбразуры, аз = 357°; *5* — крайний правый выстрел пулеметной амбразуры, аз = 47°; *6* — крайний правый выстрел орудийной амбразуры, аз = 52°; *7* — выход, аз = 202°; *8* — директрисы амбразур, аз = 22°

няя разбивку пикетажа и нивелирование. Для большей уверенности в работе нивелируем при двух го-

ризонтах, обращая внимание на сходимость разностей горизонтов по задней и передней рейкам. В целях экономии места, ниже дан продольный профиль нивелирования по директрисе орудийной амбразуры.

Разбивку квадратов для нивелирования поверхности участка производим на основе ранее отмечен-

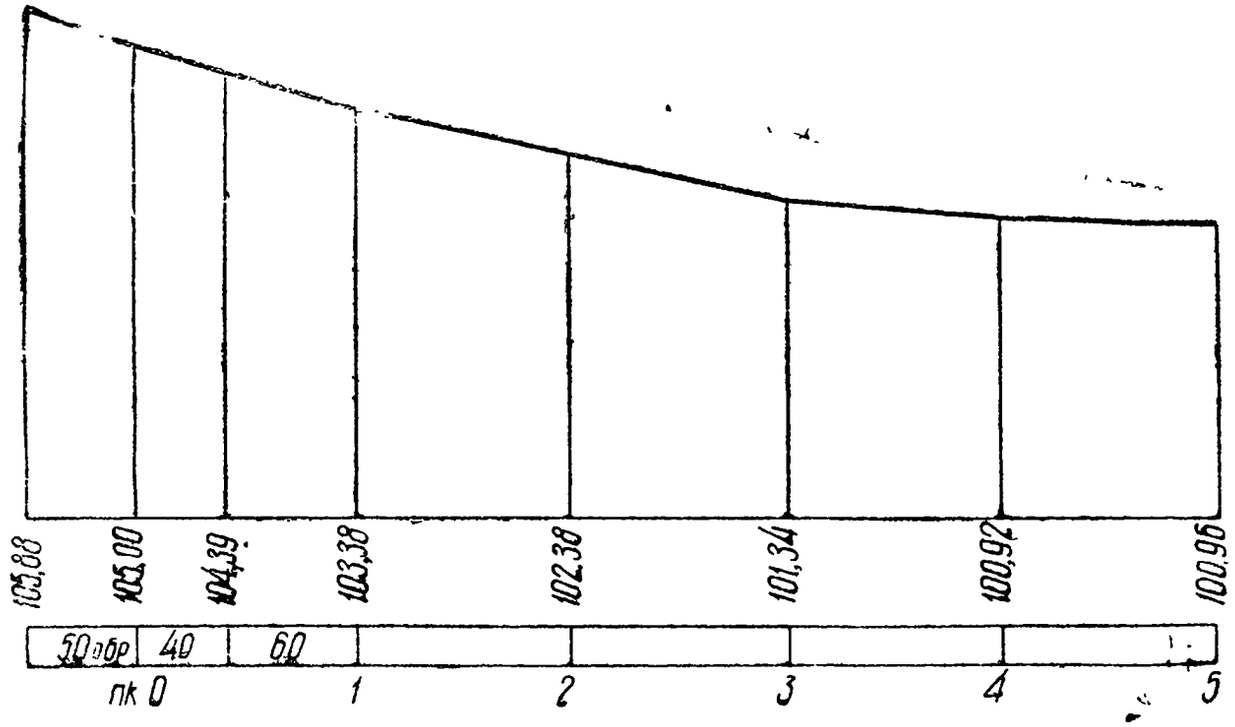


Рис. 55. Продольный профиль директрисы орудийной амбразуры на фортификационном сооружении № . . .

ных основных направлений. Сторону квадрата принимаем равной 25 м в целях большего охвата площади. Последнее важно для составления проекта маскировки сооружения со стороны противника. Нивелирование квадратов производим в описанном выше порядке.

В съемке кроки глазомерно нет необходимости, благодаря наличию карты района масштаба 1 : 10 000. Для составления кроки производим выкопировку с карты, на ней производим построение направлений (по азимутам) и делаем необходимые надписи. По

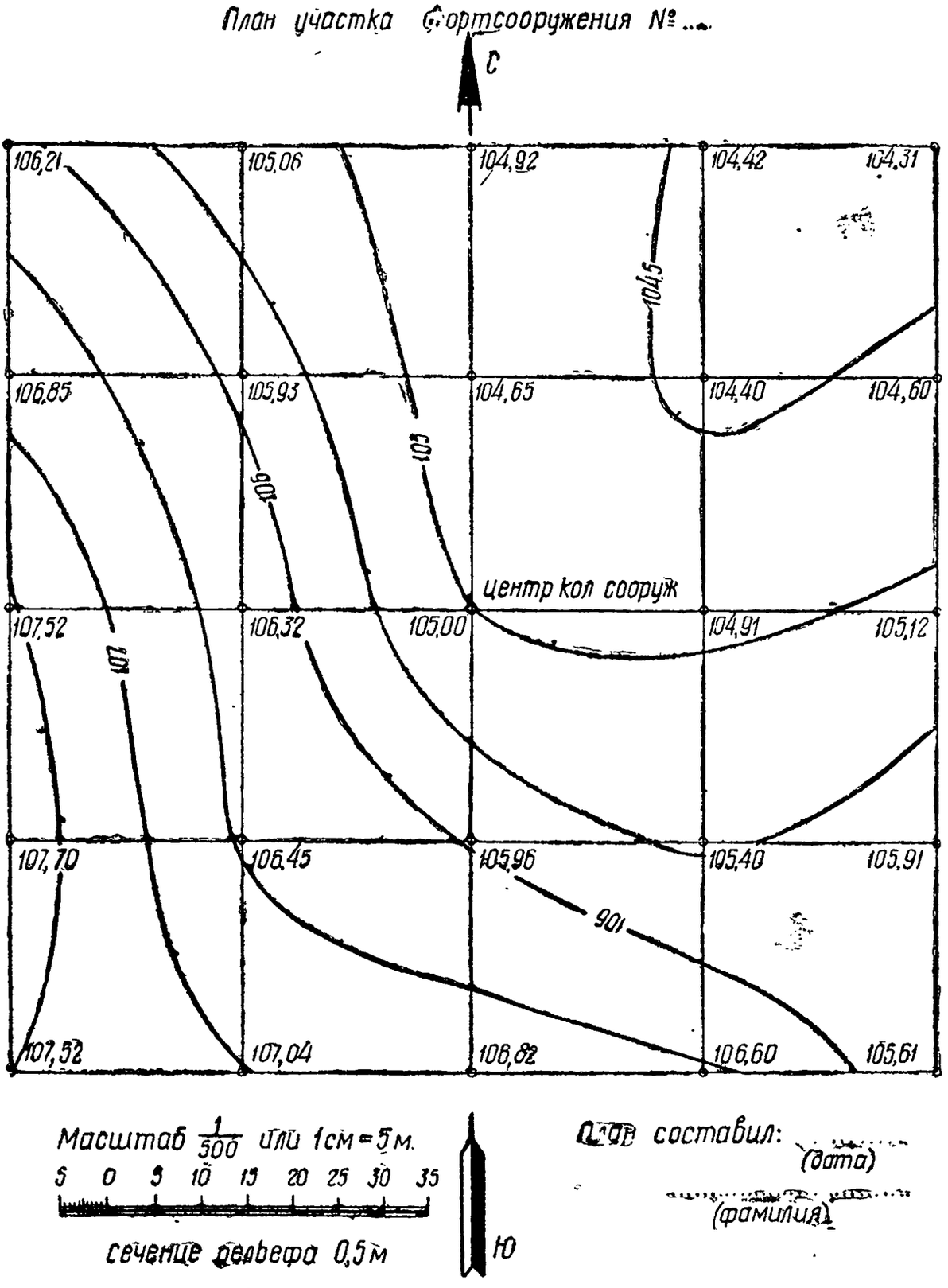


Рис. 56. План участка фортификационного сооружения

окончании полевых работ обязательно следует обойти участок и проверить правильность закрепления точек на местности.

Камеральные работы

Камеральные работы, а именно: составление схемы азимутов направлений огня, оформление формулярной карточки, составление профилей и плана участка производят по окончании полевых работ.

Вычисление отметок и построение профилей и плана участка производим в указанном выше порядке (см. главу III), обращая внимание на правильность вычислений и на аккуратное и точное построение плана и профилей. Как правило, все вычисления должны быть поверены другим лицом, а при отсутствии такового самим исполнителем. Вычерчивание профилей и плана должно быть исполнено аккуратно, чисто и при том с соблюдением правильного размещения надписей, отметок и заголовков. Каждый журнал, план, профиль должны быть обязательно пронумерованы и подписаны исполнителем.

Отчетными документами являются:

1) журнал измерения азимутов направлений;
2) схема огня и азимуты направлений крайних выстрелов и выхода (рис. 54);
3) журнал нивелирования направлений;
4) продольные профили (рис. 55);
5) журнал нивелирования поверхности участка;
6) план участка (рис. 56);
7) формулярная карточка.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ПРИМЕРНАЯ ТАБЛИЦА СТРЕЛЬБЫ ИЗ ПУЛЕМЕТА „МАКСИМ"

Дальность *X*, м	Угол прицеливания		Дальность *X*, м	Угол прицеливания	
	°	′		°	′
100	0	13	2100	3	37
200	0	15	2200	3	59
300	0	17	2300	4	22
400	0	20	2400	4	47
500	0	24	2500	5	13
600	0	29	2600	5	40
700	0	34	2700	6	09
800	0	40	2800	6	39
900	0	47	2900	7	11
1000	0	55	3000	7	45
1100	1	04	3100	8	21
1200	1	15	3200	8	58
1300	1	27	3300	9	37
1400	1	40	3400	10	18
1500	1	54	3500	11	01
1600	2	09	3600	11	46
1700	2	25	3700	12	33
1800	2	42	3800	13	23
1900	2	59	3900	14	17
2000	3	17	4000	15	16

ПРИМЕРНАЯ ТАБЛИЦА СТРЕЛЬБЫ ИЗ 76-мм ПУШКИ

Дальность X	Угол прицеливания α		Угол падения θ		Окончательная скорость
м	°	′	°	′	м|сек
800	0	30	0	42	550
1000	0	40	0	55	530
200	0	51	1	09	510
400	1	02	1	24	490
600	1	14	1	40	470
800	1	27	1	58	460
2000	1	40	2	17	440
200	1	54	2	38	420
400	2	09	3	01	410
600	2	24	3	26	400
800	2	40	3	53	380
3000	2	57	4	22	370
200	3	15	4	53	360
400	3	34	5	26	350
600	3	54	6	01	340
800	4	15	6	38	330
4000	4	37	7	18	325
200	5	00	8	00	320
400	5	24	8	44	310
600	5	49	9	30	305
800	6	14	10	17	300
5000	6	41	11	05	295
200	7	09	11	54	290
400	7	37	12	44	285
600	8	06	13	35	280
800	8	36	14	27	280
6000	9	06	15	19	280
200	9	37	16	12	280
400	10	09	17	06	275
600	10	42	18	01	275
800	11	16	18	58	270
7000	11	51	19	54	265

ПРИМЕРНАЯ ТАБЛИЦА ПОПРАВОК УГЛА ПРИЦЕЛИВА

А. Поправка при располо

Углы места цели β	Углы прице						
	3°36′	4°48′	6°00′	7°12′	8°24′	9°36′	10°48′
0° 36′	—	—	—	—	—	—	—
1 12	—	—	—	—	—	—	—
1 48	—	—	—	—	—	—	—
2 24	—	—	—	—	—	—	—
3 00	—	—	—	—	—	—	0 04
3 36	—	—	—	—	0 04	0 04	0 04
4 12	—	—	—	0 04	0 04	0 04	0 07
4 48	—	—	0 04	0 04	0 04	0 07	0 07
5 24	—	—	0 04	0 04	0 07	0 07	0 11
6 00	—	0 04	0 04	0 07	0 07	0 11	0 11
6 36	—	0 04	0 04	0 07	0 07	0 11	0 14
7 12	0 04	0 04	0 07	0 07	0 11	0 11	0 14
7 48	0 04	0 04	0 07	0 11	0 11	0 14	0 18

Углы места цели β	Углы прице						
	21°36′	22°48′	24°00′	25°12′	26°24′	27°36′	28°48′
0° 36′	0 04	0 07	0 07	0 07	0 11	0 11	0 11
1 12	0 07	0 11	0 14	0 18	0 22	0 25	0 29
1 48	0 11	0 14	0 18	0 25	0 32	0 36	0 43
2 24	0 18	0 22	0 25	0 32	0 40	0 47	0 58
3 00	0 22	0 25	0 32	0 40	0 50	1 01	1 16
3 36	0 25	0 32	0 40	0 50	1 01	1 16	1 34
4 12	0 32	0 40	0 47	0 58	1 12	1 34	1 55
4 48	0 36	0 43	0 54	1 08	1 26	1 52	2 20
5 24	0 40	0 50	1 01	1 19	1 41	2 10	2 46
6 00	0 43	0 54	1 08	1 30	1 55	2 28	3 14
6 36	0 50	1 01	1 19	1 41	2 10	2 49	3 43
7 12	0 58	1 12	1 30	1 55	2 28	3 18	4 23
7 48	1 08	1 23	1 41	2 10	2 49	3 50	5 31

Примечание. Поправки угла прицеливания положительные.

НИЯ НА УГОЛ МЕСТА ЦЕЛИ 76-мм ПУШКИ
жении цели выше батареи

ливания α							
12°00′	13°12′	14°24′	15°36′	16°48′	18°00′	19°12′	20°24′
—	—	—	—	—	—	0 04	0 04
—	—	—	0 04	0 04	0 04	0 07	0 07
—	—	0 04	0 04	0 04	0 07	0 07	0 11
—	0 04	0 04	0 04	0 07	0 07	0 11	0 14
0 04	0 04	0 07	0 07	0 11	0 11	0 14	0 18
0 07	0 07	0 11	0 11	0 14	0 14	0 18	0 22
0 07	0 07	0 11	0 11	0 14	0 18	0 22	0 25
0 11	0 11	0 14	0 14	0 18	0 22	0 25	0 29
0 11	0 14	0 14	0 18	0 22	0 25	0 29	0 32
0 14	0 18	0 18	0 22	0 25	0 29	0 32	0 36
0 14	0 18	0 22	0 25	0 29	0 32	0 36	0 43
0 18	0 22	0 25	0 29	0 32	0 36	0 40	0 47
0 22	0 25	0 29	0 32	0 36	0 43	0 50	0 58

ливания α							
30°00′	31°12′	32°24′	33°36′	34°48′	36°00′	37°12′	38°24′
0 14	0 14	0 18	0 22	0 25	0 32	0 43	0 58
0 32	0 40	0 47	0 58	1 08	1 23	1 41	—
0 54	1 05	1 19	1 37	1 59	2 28	—	—
1 12	1 30	1 52	2 20	2 56	4 59	—	—
1 34	1 59	2 31	3 11	4 37	—	—	—
1 59	2 31	3 11	4 05	—	—	—	—
2 28	3 07	3 58	—	—	—	—	—
3 00	4 01	5 53	—	—	—	—	—
3 40	5 20	—	—	—	—	—	—
4 19	—	—	—	—	—	—	—
5 17	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—

Б. Поправки при расположе

Углы места цели β	Углы прице						
	3°36′	4°48′	6°00′	7°12′	8°24′	9°36′	10°48′
0° 36′	—	—	—	—	—	—	—
1 12	—	—	—	—	—	—	—
1 48	—	—	—	—	—	—	—
2 24	—	—	—	—	—	—	—
3 00	—	—	—	—	—	—	—
3 36	—	—	—	—	—	—	—
4 12	—	—	—	—	—	—	—
4 48	—	—	—	—	—	—	0 04
5 24	—	—	—	—	—	0 04	0 04
6 00	—	—	—	—	—	0 04	0 04
6 36	—	—	—	—	0 04	0 04	0 04
7 12	—	—	—	0 04	0 04	0 04	0 07
7 48	—	—	0 04	0 04	0 04	0 04	0 07

Углы места цели β	Углы прице						
	21°36′	22°48′	24°00′	25°12′	26°24′	27°36′	28°48′
0° 36′	0 04	0 07	0 07	0 07	0 11	0 11	0 14
1 12	0 07	0 11	0 11	0 14	0 14	0 18	0 22
1 48	0 11	0 14	0 14	0 18	0 22	0 25	0 29
2 24	0 11	0 14	0 18	0 22	0 25	0 29	0 36
3 00	0 14	0 18	0 22	0 25	0 29	0 36	0 43
3 36	0 18	0 22	0 25	0 29	0 32	0 40	0 47
4 12	0 18	0 22	0 25	0 32	0 36	0 43	0 54
4 48	0 22	0 25	0 29	0 32	0 40	0 50	1 01
5 24	0 22	0 25	0 32	0 36	0 43	0 54	1 05
6 00	0 25	0 29	0 32	0 40	0 47	0 58	1 08
6 36	0 25	0 29	0 36	0 43	0 50	1 01	1 16
7 12	0 25	0 29	0 36	0 43	0 54	1 05	1 19
7 48	0 29	0 32	0 40	0 47	0 58	1 08	1 23

Примечание. Поправки угла прицеливания отрицательные.

нии цели ниже батареи

л и в а н и я α							
12°00′	13°12′	14°24′	15°36′	16°48′	18°00′	19°12′	20°24′
—	—	—	—	—	—	0 04	0 04
—	—	—	0 04	0 04	0 04	0 07	0 07
—	—	0 04	0 04	0 04	0 07	0 07	0 11
—	—	0 04	0 04	0 04	0 07	0 07	0 11
—	0 04	0 04	0 07	0 07	0 11	0 11	0 14
0 04	0 04	0 04	0 07	0 07	0 11	0 11	0 14
0 04	0 04	0 04	0 07	0 07	0 11	0 11	0 14
0 04	0 04	0 07	0 11	0 11	0 14	0 14	0 18
0 04	0 07	0 07	0 11	0 11	0 14	0 14	0 18
0 04	0 07	0 07	0 11	0 11	0 14	0 18	0 22
0 07	0 07	0 11	0 11	0 14	0 18	0 18	0 22
0 07	0 11	0 11	0 14	0 14	0 18	0 18	0 22
0 07	0 11	0 11	0 14	0 14	0 18	0 22	0 25

л и в а н и я α							
30°00′	31°12′	32°24′	33°36′	34°48′	36°00′	37°12′	38°24′
0 14	0 18	0 18	0 22	0 25	0 32	0 43	0 58
0 25	0 29	0 32	0 40	0 50	1 01	1 16	1 34
0 32	0 40	0 47	0 58	1 12	1 26	1 44	2 06
0 43	0 50	1 01	1 16	1 30	1 48	2 10	2 35
0 50	1 01	1 12	1 26	1 44	2 06	2 31	3 00
0 58	1 08	1 23	1 41	1 59	2 20	2 49	3 18
1 05	1 16	1 30	1 48	2 10	2 35	3 04	3 36
1 12	1 26	1 41	1 59	2 24	2 49	3 18	3 54
1 19	1 34	1 52	2 10	2 35	3 04	3 32	4 08
1 23	1 41	1 59	2 20	2 46	3 14	3 47	4 23
1 30	1 48	2 10	2 31	2 56	3 25	3 58	4 37
1 37	1 55	2 17	2 42	3 11	3 40	4 12	4 52
1 41	2 02	2 24	2 49	3 18	3 50	4 24	5 02

ПРИМЕРНАЯ ФОРМА ФОРМУЛЯРНОЙ КАРТОЧКИ ФОРТИФИКАЦИОННОГО СООРУЖЕНИЯ № . . . . .

Задача сооружения . . . . . .

Тип сооружения . . . . . .

Сопротивляемость . . . . . .

Вооружение:
- правой амбразуры . . . . . .
- средней „ . . . . . .
- левой „ . . . . . .

Азимуты крайних выстрелов амбразур:

Правой
- крайний правый . . . . . .
- крайний левый . . . . . .

Средней
- крайний правый . . . . . .
- крайний левый . . . . . .

Левой
- крайний правый . . . . . .
- крайний левый . . . . . .

Азимуты директрис амбразур:

- правой . . . . . .
- средней . . . . . .
- левой . . . . . .

Предельная дальность огня:

- правой амбразуры . . . . . .
- средней „ . . . . . .
- левой „ . . . . . .

Углы склонения и возвышения:

Правой амбразуры { угол склонения . . . . . ; угол возвышения . . . . . }

Средней амбразуры { угол склонения . . . . . ; угол возвышения . . . . . }

Левой амбразуры { угол склонения . . . . . ; угол возвышения . . . . . }

Азимуты артогня противника:

крайнего левого . . . . . .

крайнего правого . . . . . .

Азимуты выхода из сооружения . . . . . .

Отметка нулевой линии . . . . . .

Грунт . . . . . .

Уровень грунтовых вод . . . . . .

Характер маскировки сооружения . . . . . .

Координаты сооружения:

X . . . . . .

У . . . . . .

Мертвые пространства (положение, величина) . . . . . .

Расчистка обзора и обстрела, га . . . . . .

Наличие материала на месте, где, в каком расстоянии и количестве . . . . . .

Ориентировка сооружения по местным предметам . . . . .

ТАБЛИЦА ДЛЯ ПЕРЕВОДА АРТИЛЛЕРИЙСКИХ ДЕЛЕ

Большие деления угломера	0	1	2	3	4
00	0°	6°	12°	18°	24°
10	60	66	72	78	84
20	120	126	132	138	144
30	180	186	192	198	204
40	240	246	252	258	264
50	300	306	312	318	324

Малые деления угломера	0	1	2	3	4
00	0° 00′,0	0° 03′,6	0° 07′,2	0° 10′,8	0° 14′,4
10	0 36,0	0 39,6	0 43,2	0 46,8	0 50,4
20	1 12,0	1 15,6	1° 19,2	1 22,8	1 26,4
30	1 48,0	1 51,6	1 55,2	1 58,8	2 02,4
40	2 24,0	2 27,6	2 31,2	2 34,8	2 38,4
50	3 00,0	3 03,6	3 07,2	3 10,8	3 14,4
60	3 36,0	3 39,6	3 43,2	3 46,8	3 50,4
70	4 12,0	4 15,6	4 19,2	4 22,8	4 26,4
80	4 48,0	4 51,6	4 55,2	4 58,8	5 02,4
90	5 24,0	5 27,6	5 31,2	5 34,8	5 38,4

Пример. Перевести 12-74 ты

12-00 _____

0-74 _____

12-74 _____

НИЙ УГЛОМЕРА (ТЫСЯЧНЫХ) В ГРАДУСЫ И МИНУТЫ

5	6	7	8	9	Большие деления угломера
30°	36°	42°	48°	54	00
90	96	102	108	114	10
150	156	162	168	174	20
210	216	222	228	234	30
270	276	282	288	294	40
330	336	342	348	354	50

5	6	7	8	9	Малые деления угломера
0° 18′,0	0° 21′,6	0° 25′,2	0° 28′,8	0° 32′,4	00
0 54,0	0 57,6	1 01,2	1 04,8	1 08,4	10
1 30,0	1 33,6	1 37,2	1 40,8	1 44,4	20
2 06,0	2 09,6	2 13,2	2 16,8	2 20,4	30
2 42,0	2 45,6	2 49,2	2 52,8	2 56,4	40
3 18,0	3 21,6	3 25,2	3 28,8	3 32,4	50
3 54,0	3 57,6	4 01,2	4 04,8	4 08,4	60
4 30,0	4 33,6	4 37,2	4 40,8	4 44,4	70
5 06 0	5 09,6	5 13,2	5 16,8	5 20,4	80
5 42,0	5 45,6	5 49,2	5 52,8	5 56,4	90

сячных в градусы и минуты

72° 00′,0

4° 26′,4

76° 26,′4

ТАБЛИЦА ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПРОЕКЦИЙ РАССТОЯНИЙ, ОПРЕДЕЛЯЕМЫХ ПОСРЕДСТВОМ ДАЛЬНОМЕРА

Углы наклона, °	Отсчеты по рейке и проекции расстояний, м									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
2	9,99	19,98	29,96	39,95	49,94	59,93	69,92	79,90	89,89	99,88
4	9,95	19,90	29,85	39,81	49,76	59,71	69,66	79,61	89,56	99,51
6	9,89	19,78	29,67	39,56	49,45	59,34	69,24	79,13	89,02	98,90
8	9,81	19,61	29,42	39,23	49,03	58,34	68,64	78,45	88,26	98,06
10	9,70	19,40	29,10	38,79	48,49	58,19	67,89	77,59	87,29	96,98
12	9,57	19,14	28,70	38,27	47,84	57,41	66,97	76,54	86,11	95,68
14	9,42	18,83	28,24	37,66	47,07	56,49	65,90	75,32	84,73	94,15
16	9,24	18,48	27,72	36,96	46,20	55,44	64,98	73,92	83,16	92,40
18	9,05	18,09	27,14	36,18	45,23	54,27	63,32	72,36	81,41	90,45
20	8,83	17,66	26,49	35,32	44,15	52,98	61,81	70,64	79,47	88,30

Пример. Отсчет по рейке равен 68, угол наклона. . . 11°40,'

Из таблицы для 12° получим:

Отсчет по рейке 60 . . . проекция . . . 57,4

„ „ „ 8 . . . „ . . . 7,6

Отсчет по рейке 68 . . . проекция . . . 65,0

ТАБЛИЦЫ ВЫСОТ

Углы наклона	Расстояния и превышения, м								
	100	200	300	400	500	600	700	800	900
0° 0′	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,029	0,058	0,09	0,12	0,15	0,17	0,20	0,23	0,26
2	0,058	0,116	0,17	0,23	0,29	0,35	0,41	0,47	0,52
3	0,087	0,175	0,26	0,35	0,44	0,52	0,61	0,70	0,79
4	0,116	0,233	0,35	0,47	0,58	0,70	0,81	0,93	1,05
5	0,145	0,291	0,44	0,58	0,73	0,87	1,02	1,16	1,31
6	0,175	0,349	0,52	0,70	0,87	1,05	1,22	1,40	1,57
7	0,204	0,407	0,61	0,81	1,02	1,22	1,43	1,63	1,83
8	0,233	0,465	0,70	0,93	1,16	1,40	1,63	1,86	2,09
9	0,262	0,524	0,79	1,05	1,31	1,57	1,83	2,09	2,36
0° 10′	0,291	0,582	0,87	1,16	1,45	1,75	2,04	2,33	2,62
11	0,320	0,640	0,96	1,28	1,60	1,92	2,24	2,56	2,88
12	0,349	0,698	1,05	1,40	1,75	2,09	2,44	2,79	3,14
13	0,378	0,756	1,13	1,51	1,89	2,27	2,65	3,03	3,40
14	0,407	0,815	1,22	1,63	2,04	2,44	2,85	3,26	3,67
15	0,436	0,873	1,31	1,75	2,18	2,62	3,05	3,49	3,93
16	0,465	0,931	1,40	1,86	2,33	2,79	3,26	3,72	4,19
17	0,495	0,989	1,48	1,98	2,47	2,97	3,46	3,96	4,45
18	0,524	1,047	1,57	2,09	2,62	3,14	3,67	4,19	4,71
19	0,553	1,105	1,66	2,21	2,76	3,32	3,87	4,42	4,97
0° 20′	0,582	1,164	1,75	2,33	2,91	3,49	4,07	4,65	5,24
21	0,611	1,222	1,83	2,44	3,05	3,67	4,28	4,89	5,50
22	0,640	1,280	1,92	2,56	3,20	3,84	4,48	5,12	5,76
23	0,669	1,338	2,01	2,68	3,35	4,01	4,68	5,35	6,02
24	0,698	1,396	2,09	2,79	3,49	4,19	4,89	5,59	6,28
25	0,727	1,454	2,18	2,91	3,64	4,36	5,09	5,82	6,55
26	0,756	1,513	2,27	3,03	3,78	4,54	5,29	6,05	6,81
27	0,785	1,571	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07
28	0,815	1,629	2,44	3,26	4,07	4,89	5,70	6,52	7,33
29	0,844	1,687	2,53	3,37	4,22	5,06	5,91	6,75	7,59

Углы наклона	Расстояния и превышения, м								
	100	200	300	400	500	600	700	800	900
0° 30′	0,873	1,745	2,62	3,49	4,36	5,24	6,11	6,98	7,85
31	0,902	1,804	2,71	3,61	4,51	5,41	6,31	7,21	8,12
32	0,931	1,862	2,79	3,72	4,65	5,59	6,52	7,45	8,38
33	0,960	1,920	2,88	3,84	4,80	5,76	6,72	7,68	8,64
34	0,989	1,978	2,97	3,96	4,95	5,93	6,92	7,91	8,90
35	1,018	2,036	3,05	4,07	5,09	6,11	7,13	8,15	9,16
36	1,047	2,094	3,14	4,19	5,24	6,28	7,33	8,38	9,43
37	1,076	2,153	3,23	4,31	5,38	6,46	7,53	8,61	9,69
38	1,105	2,211	3,32	4,42	5,53	6,63	7,74	8,84	9,95
39	1,135	2,269	3,40	4,54	5,67	6,81	7,94	9,08	10,21
0° 40′	1,164	2,327	3,49	4,65	5,82	6,98	8,15	9,31	10,47
41	1,193	2,385	3,58	4,77	5,96	7,16	8,35	9,54	10,73
42	1,222	2,444	3,67	4,89	6,11	7,33	8,55	9,77	11,00
43	1,251	2,502	3,75	5,00	6,25	7,51	8,76	10,01	11,26
44	1,280	2,560	3,84	5,12	6,40	7,68	8,96	10,24	11,52
45	1,309	2,618	3,93	5,24	6,55	7,85	9,16	10,47	11,78
46	1,338	2,676	4,01	5,35	6,69	8,03	9,37	10,71	12,04
47	1,367	2,735	4,10	5,47	6,84	8,20	9,57	10,94	12,31
48	1,396	2,793	4,19	5,59	6,98	8,38	9,77	11,17	12,57
49	1,425	2,851	4,28	5,70	7,13	8,55	9,98	11,40	12,83
0° 50′	1,455	2,909	4,36	5,82	7,27	8,73	10,18	11,64	13,09
51	1,484	2,967	4,45	5,93	7,42	8,90	10,39	11,87	13,35
52	1,513	3,025	4,54	6,05	7,56	9,08	10,59	12,10	13,61
53	1,542	3,084	4,63	6,17	7,71	9,25	10,79	12,33	13,88
54	1,571	3,142	4,71	6,28	7,85	9,43	11,00	12,57	14,14
55	1,600	3,200	4,80	6,40	8,00	9,60	11,20	12,80	14,40
56	1,629	3,258	4,89	6,52	8,15	9,77	11,40	13,03	14,66
57	1,658	3,316	4,97	6,63	8,29	9,95	11,61	13,27	14,92
58	1,687	3,375	5,06	6,75	8,44	10,12	11,81	13,50	15,19
59	1,716	3,433	5,15	6,87	8,58	10,30	12,01	13,73	15,45

Углы наклона	Расстояния и превышения, м								
	100	200	300	400	500	600	700	800	900
1° 0′	1,746	3,491	5,24	6,98	8,73	10,47	12,22	13,96	15,71
1	1,775	3,549	5,32	7,10	8,87	10,65	12,42	14,20	15,97
2	1,804	3,607	5,41	7,21	9,02	10,82	12,63	14,43	16,23
3	1,833	3,666	5,50	7,33	9,16	11,00	12,83	14,66	16,50
4	1,862	3,724	5,59	7,45	9,31	11,17	13,03	14,90	16,76
5	1,891	3,782	5,67	7,56	9,45	11,35	13,24	15,13	17,02
6	1,920	3,840	5,76	7,68	9,60	11,52	13,44	15,36	17,28
7	1,949	3,898	5,85	7,80	9,75	11,70	13,64	15,59	17,54
8	1,978	3,957	5,93	7,91	9,89	11,87	13,85	15,83	17,80
9	2,007	4,015	6,02	8,03	10,04	12,04	14,05	16,06	18,07
1° 10′	2,036	4,073	6,11	8,15	10,18	12,22	14,26	16,29	18,33
11	2,066	4,131	6,20	8,26	10,33	12,39	14,46	16,52	18,59
12	2,095	4,189	6,28	8,38	10,47	12,57	14,66	16,76	18,85
13	2,124	4,248	6,37	8,50	10,62	12,74	14,87	16,99	19,11
14	2,153	4,306	6,46	8,61	10,76	12,92	15,07	17,22	19,38
15	2,182	4,364	6,55	8,73	10,91	13,09	15,27	17,46	19,64
16	2,211	4,422	6,63	8,84	11,06	13,27	15,48	17,69	19,90
17	2,240	4,480	6,72	8,96	11,20	13,44	15,68	17,92	20,16
18	2,269	4,539	6,81	9,08	11,35	13,62	15,89	18,15	20,42
19	2,298	4,597	6,90	9,19	11,49	13,79	16,09	18,39	20,69
1° 20′	2,328	4,655	6,98	9,31	11,64	13,97	16,29	18,62	20,95
21	2,357	4,713	7,07	9,43	11,78	14,14	16,50	18,85	21,21
22	2,386	4,771	7,16	9,54	11,93	14,31	16,70	19,09	21,47
23	2,415	4,830	7,24	9,66	12,07	14,49	16,90	19,32	21,73
24	2,444	4,888	7,33	9,78	12,22	14,66	17,11	19,55	22,00
25	2,473	4,946	7,42	9,89	12,37	14,84	17,31	19,78	22,26
26	2,502	5,004	7,51	10,01	12,51	15,01	17,52	20,02	22,52
27	2,531	5,063	7,59	10,13	12,66	15,19	17,72	20,25	22,78
28	2,560	5,121	7,68	10,24	12,80	15,36	17,92	20,48	23,04
29	2,589	5,179	7,77	10,36	12,95	15,54	18,13	20,72	23,31

Углы наклона	Расстояния и превышения, м								
	100	200	300	400	500	600	700	800	900
1°30′	2,619	5,237	7,86	10,47	13,09	15,71	18,33	20,95	23,57
31	2,648	5,295	7,94	10,59	13,24	15,89	18,53	21,18	23,83
32	2,677	5,354	8,03	10,71	13,38	16,06	18,74	21,41	24,09
33	2,706	5,412	8,12	10,82	13,53	16,24	18,94	21,65	24,35
34	2,735	5,470	8,21	10,94	13,68	16,41	19,15	21,88	24,62
35	2,764	5,528	8,29	11,06	13,82	16,58	19,35	22,11	24,88
36	2,793	5,586	8,38	11,17	13,97	16,76	19,55	22,35	25,14
37	2,822	5,645	8,47	11,29	14,11	16,93	19,76	22,58	25,40
38	2,851	5,703	8,55	11,41	14,26	17,11	19,96	22,81	25,66
39	2,881	5,761	8,64	11,52	14,40	17,28	20,16	23,04	25,93
1°40′	2,910	5,819	8,73	11,64	14,55	17,46	20,37	23,28	26,19
41	2,939	5,878	8,82	11,76	14,69	17,63	20,57	23,51	26,45
42	2,968	5,936	8,90	11,87	14,84	17,81	20,78	23,74	26,71
43	2,997	5,994	8,99	11,99	14,99	17,98	20,98	23,98	26,97
44	3,026	6,052	9,08	12,10	15,13	18,16	21,18	24,21	27,24
45	3,055	6,111	9,17	12,22	15,28	18,33	21,39	24,44	27,50
46	3,084	6,169	9,25	12,34	15,42	18,51	21,59	24,68	27,76
47	3,114	6,227	9,34	12,45	15,57	18,68	21,79	24,91	28,02
48	3,143	6,285	9,43	12,57	15,71	18,86	22,00	25,14	28,28
49	3,172	6,344	9,52	12,69	15,86	19,03	22,20	25,37	28,55
1°50′	3,201	6,402	9,60	12,80	16,00	19,21	22,41	25,61	28,81
51	3,230	6,460	9,69	12,92	16,15	19,38	22,61	25,84	29,07
52	3,259	6,518	9,78	13,04	16,30	19,55	22,81	26,07	29,33
53	3,288	6,576	9,86	13,15	16,44	19,73	23,02	26,31	29,59
54	3,317	6,635	9,95	13,27	16,59	19,90	23,22	26,54	29,86
55	3,346	6,693	10,04	13,39	16,73	20,08	23,43	26,77	30,12
56	3,376	6,751	10,13	13,50	16,88	20,25	23,63	27,00	30,38
57	3,405	6,809	10,21	13,62	17,02	20,43	23,83	27,24	30,64
58	3,434	6,868	10,30	13,74	17,17	20,60	24,04	27,47	30,90
59	3,463	6,926	10,39	13,85	17,31	20,78	24,24	27,70	30,17

Углы наклона	Расстояния и превышения, м								
	100	200	300	400	500	600	700	800	900
2°0′	3,492	6,984	10,48	13,97	17,46	20,95	24,44	27,94	31,43
1	3,521	7,042	10,56	14,08	17,61	21,13	24,65	28,17	31,69
2	3,550	7,101	10,65	14,20	17,75	21,30	24,85	28,40	31,95
3	3,579	7,159	10,74	14,32	17,90	21,48	25,06	28,64	32,22
4	3,609	7,217	10,83	14,43	18,04	21,65	25,26	28,87	32,48
5	3,638	7,275	10,91	14,55	18,19	21,83	25,46	29,10	32,74
6	3,667	7,334	11,00	14,67	18,33	22,00	25,67	29,33	33,00
7	3,696	7,392	11,09	14,78	18,48	22,18	25,87	29,57	33,26
8	3,725	7,450	11,18	14,90	18,63	22,35	26,08	29,80	33,53
9	3,754	7,508	11,26	15,02	18,77	22,53	26,28	30,03	33,79
2°10′	3,783	7,567	11,35	15,13	18,92	22,70	26,48	30,27	34,05
11	3,812	7,625	11,44	15,25	19,06	22,87	26,69	30,50	34,31
12	3,842	7,683	11,52	15,37	19,21	23,05	26,89	30,73	34,57
13	3,871	7,741	11,61	15,48	19,35	23,22	27,10	30,97	34,84
14	3,900	7,800	11,70	15,60	19,50	23,40	27,30	31,20	35,10
15	3,929	7,858	11,79	15,72	19,65	23,57	27,50	31,43	35,36
16	3,958	7,916	11,87	15,83	19,79	23,75	27,71	31,67	35,62
17	3,987	7,975	11,96	15,95	19,94	23,92	27,91	31,90	35,89
18	4,016	8,033	12,05	16,07	20,08	24,10	28,11	32,13	36,15
19	4,046	8,091	12,14	16,18	20,23	24,27	28,32	32,36	36,41
2°20′	4,075	8,149	12,22	16,30	20,37	24,45	28,52	32,60	36,67
21	4,104	8,208	12,31	16,42	20,52	24,62	28,73	32,83	36,93
22	4,133	8,266	12,40	16,53	20,66	24,80	28,93	33,06	37,20
23	4,162	8,324	12,49	16,65	20,81	24,97	29,13	33,30	37,46
24	4,191	8,382	12,57	16,76	20,96	25,15	29,34	33,53	37,72
25	4,220	8,441	12,66	16,88	21,10	25,32	29,54	33,76	37,98
26	4,250	8,499	12,75	17,00	21,25	25,50	29,75	34,00	38,25
27	4,279	8,557	12,84	17,11	21,39	25,67	29,95	34,23	38,51
28	4,308	8,616	12,92	17,23	21,54	25,85	30,15	34,46	38,77
29	4,337	8,674	13,01	17,35	21,68	26,02	30,36	34,70	39,03

Углы наклона	Расстояния и превышения, м								
	100	200	300	400	500	600	700	800	900
2° 30′	4,366	8,732	13,10	17,46	21,83	26,20	30,56	34,93	39,29
31	4,395	8,790	13,19	17,58	21,98	26,37	30,77	35,16	39,56
32	4,424	8,849	13,27	17,70	22,12	26,55	30,97	35,40	39,82
33	4,454	8,907	13,36	17,81	22,27	26,72	31,17	35,63	40,08
34	4,483	8,965	13,45	17,93	22,41	26,90	31,38	35,86	40,34
35	4,512	9,024	13,54	18,05	22,56	27,07	31,58	36,09	40,61
36	4,541	9,082	13,62	18,16	22,70	27,25	31,79	36,33	40,87
37	4,570	9,140	13,71	18,28	22,85	27,42	31,99	36,56	41,13
38	4,599	9,199	13,80	18,40	23,00	27,60	32,19	36,79	41,39
39	4,628	9,257	13,89	18,51	23,14	27,77	32,40	37,03	41,66
2° 40′	4,658	9,315	13,97	18,63	23,29	27,95	32,60	37,26	41,92
41	4,687	9,373	14,06	18,75	23,43	28,12	32,81	37,49	42,18
42	4,716	9,432	14,15	18,86	23,58	28,30	33,01	37,73	42,44
43	4,745	9,490	14,24	18,98	23,73	28,47	33,22	37,96	42,71
44	4,774	9,548	14,32	19,10	23,87	28,65	33,42	38,19	42,97
45	4,803	9,607	14,41	19,21	24,02	28,82	33,62	38,43	43,23
46	4,832	9,665	14,50	19,33	24,16	29,00	33,83	38,66	43,49
47	4,862	9,723	14,58	19,45	24,31	29,17	34,03	38,89	43,75
48	4,891	9,782	14,67	19,56	24,45	29,34	34,24	39,13	44,02
49	4,920	9,840	14,76	19,68	24,60	29,52	34,44	39,36	44,28
2° 50′	4,949	9,898	14,85	19,80	24,75	29,69	34,64	39,59	44,54
51	4,978	9,957	14,93	19,91	24,89	29,87	34,85	39,83	44,80
52	5,007	10,01	15,02	20,03	25,04	30,04	35,05	40,06	45,07
53	5,037	10,07	15,11	20,15	25,18	30,22	35,26	40,29	45,33
54	5,066	10,13	15,20	20,26	25,33	30,39	35,46	40,53	45,59
55	5,095	10,19	15,28	20,38	25,47	30,57	35,66	40,76	45,85
56	5,124	10,25	15,37	20,50	25,62	30,74	35,87	40,99	46,12
57	5,153	10,31	15,46	20,61	25,77	30,92	36,07	41,23	46,38
58	5,182	10,36	15,55	20,73	25,91	31,09	36,28	41,46	46,64
59	5,212	10,42	15,63	20,85	26,06	31,27	36,48	41,69	46,90

Углы наклона	Расстояния и превышения, м								
	100	200	300	400	500	600	700	800	900
3° 0′	5,241	10,48	15,72	20,96	26,20	31,44	36,69	41,93	47,17
1	5,270	10,54	15,81	21,08	26,35	31,62	36,89	42,16	47,43
2	5,299	10,60	15,90	21,20	26,50	31,79	37,09	42,39	47,69
3	5,328	10,66	15,98	21,31	26,64	31,97	37,30	42,63	47,95
4	5,357	10,71	16,07	21,43	26,79	32,14	37,50	42,86	48,22
5	5,387	10,77	16,16	21,55	26,93	32,32	37,71	43,09	48,48
6	5,416	10,83	16,25	21,66	27,08	32,49	37,91	43,33	48,74
7	5,445	10,89	16,33	21,78	27,22	32,67	38,11	43,56	49,00
8	5,474	10,95	16,42	21,90	27,37	32,84	38,32	43,79	49,27
9	5,503	11,01	16,51	22,01	27,52	33,02	38,52	44,03	49,53
3° 10′	5,533	11,07	16,60	22,13	27,66	33,20	38,73	44,26	49,79
11	5,562	11,12	16,69	22,25	27,81	33,37	38,93	44,49	50,06
12	5,591	11,18	16,77	22,36	27,95	33,55	39,14	44,73	50,32
13	5,620	11,24	16,86	22,48	28,10	33,72	39,34	44,96	50,58
14	5,649	11,30	16,95	22,60	28,25	33,90	39,54	45,19	50,84
15	5,678	11,36	17,04	22,71	28,39	34,07	39,75	45,43	51,11
16	5,708	11,42	17,12	22,83	28,54	34,25	39,95	45,66	51,37
17	5,737	11,47	17,21	22,95	28,68	34,42	40,16	45,89	51,63
18	5,766	11,53	17,30	23,06	28,83	34,60	40,36	46,13	51,89
19	5,795	11,59	17,39	23,18	28,98	34,77	40,57	46,36	52,16
3° 20′	5,824	11,65	17,47	23,30	29,12	34,95	40,77	46,59	52,42
21	5,854	11,71	17,56	23,41	29,27	35,12	40,97	46,83	52,68
22	5,883	11,77	17,65	23,53	29,41	35,30	41,18	47,06	52,94
23	5,912	11,82	17,74	23,65	29,56	35,47	41,38	47,30	53,21
24	5,941	11,88	17,82	23,76	29,71	35,65	41,59	47,53	53,47
25	5,970	11,94	17,91	23,88	29,85	35,82	41,79	47,76	53,73
26	5,999	12,00	18,00	24,00	30,00	36,00	42,00	48,00	54,00
27	6,029	12,06	18,09	24,11	30,14	36,17	42,20	48,23	54,26
28	6,058	12,12	18,17	24,23	30,29	36,35	42,41	48,46	54,52
29	6,087	12,17	18,26	24,35	30,44	36,52	42,61	48,70	54,78

Углы наклона	Расстояния и превышения, м								
	100	200	300	400	500	600	700	800	900
3° 30′	6,116	12,23	18,35	24,47	30,58	36,70	42,81	48,93	55,05
31	6,145	12,29	18,44	24,58	30,73	36,87	43,02	49,16	55,31
32	6,175	12,35	18,52	24,70	30,87	37,05	43,22	49,40	55,57
33	6,204	12,41	18,61	24,82	31,02	37,22	43,43	49,63	55,83
34	6,233	12,47	18,70	24,93	31,17	37,40	43,63	49,86	56,10
35	6,262	12,52	18,79	25,05	31,31	37,57	43,84	50,10	56,36
36	6,291	12,58	18,87	25,17	31,46	37,75	44,04	50,33	56,62
37	6,321	12,64	18,96	25,28	31,60	37,92	44,24	50,57	56,89
38	6,350	12,70	19,05	25,40	31,75	38,10	44,45	50,80	57,15
39	6,379	12,76	19,14	25,52	31,89	38,27	44,65	51,03	57,41
3° 40′	6,408	12,82	19,22	25,63	32,04	38,45	44,86	51,27	57,67
41	6,437	12,87	19,31	25,75	32,19	38,62	45,06	51,50	57,94
42	6,467	12,93	19,40	25,87	32,33	38,80	45,27	51,73	58,20
43	6,496	12,99	19,49	25,98	32,48	38,98	45,47	51,97	58,46
44	6,525	13,05	19,58	26,10	32,63	39,15	45,68	52,20	58,73
45	6,554	13,11	19,66	26,22	32,77	39,33	45,88	52,43	58,99
46	6,584	13,17	19,75	26,33	32,92	39,50	46,08	52,67	59,25
47	6,613	13,23	19,84	26,45	33,06	39,68	46,29	52,90	59,52
48	6,642	13,28	19,93	26,57	33,21	39,85	46,49	53,14	59,78
49	6,671	13,34	20,01	26,68	33,36	40,03	46,70	53,37	60,04
3° 50′	6,700	13,40	20,10	26,80	33,50	40,20	46,90	53,60	60,30
51	6,730	13,46	20,19	26,92	33,65	40,38	47,11	53,84	60,57
52	6,759	13,52	20,28	27,04	33,79	40,55	47,31	54,07	60,83
53	6,788	13,58	20,36	27,15	33,94	40,73	47,52	54,30	61,09
54	6,817	13,63	20,45	27,27	34,09	40,90	47,72	54,54	61,36
55	6,847	13,69	20,54	27,39	34,23	41,08	47,93	54,77	61,62
56	6,876	13,75	20,63	27,50	34,38	41,25	48,13	55,01	61,88
57	6,905	13,81	20,72	27,62	34,53	41,43	48,34	55,24	62,15
58	6,934	13,87	20,80	27,74	34,67	41,61	48,54	55,47	62,41
59	6,963	13,93	20,89	27,85	34,82	41,78	48,74	55,71	62,67

Углы наклона	Расстояния и превышения, м								
	100	200	300	400	500	600	700	800	900
4° 0′	6,993	13,99	20,98	27,97	34,96	41,96	48,95	55,94	62,93
1	7,022	14,04	21,07	28,09	35,11	42,13	49,15	56,18	63,20
2	7,051	14,10	21,15	28,20	35,26	42,31	49,36	56,41	63,46
3	7,080	14,16	21,24	28,32	35,40	42,48	49,56	56,64	63,72
4	7,110	14,22	21,33	28,44	35,55	42,66	49,77	56,88	63,99
5	7,139	14,28	21,42	28,56	35,69	42,83	49,97	57,11	64,25
6	7,168	14,34	21,50	28,67	35,84	43 01	50,18	57,34	64,51
7	7,197	14,39	21,59	28,79	35,99	43,18	50,38	57,58	64,78
8	7,227	14,45	21,68	28,91	36,13	43,36	50,59	57,81	65,04
9	7,256	14,51	21,77	29,02	36,28	43,53	50,79	58,05	65,30
4° 10′	7,285	14,57	21,86	29,14	36,43	43,71	51,00	58,28	65,57
11	7,314	14,63	21,94	29,26	36,57	43,89	51,20	58,51	65,83
12	7,344	14,69	22,03	29,37	36,72	44,06	51,40	58,75	66,09
13	7,373	14,75	22,12	29,49	36,86	44,24	51,61	58,98	66,36
14	7,402	14,80	22,21	29,61	37,01	44,41	51,81	59,22	66,62
15	7,431	14,86	22,29	29,73	37,16	44,59	52,02	59,45	66,88
16	7,461	14,92	22,38	29,84	37,30	44,76	52,22	59,68	67,14
17	7,490	14,98	22,47	29,96	37,45	44,94	52,43	59,92	67,41
18	7,519	15,04	22,56	30,08	37,60	45,11	52,63	60,15	67,67
19	7,548	15,10	22,64	30,19	37,74	45,29	52,84	60,39	67,93
4° 20′	7,578	15,16	22,73	30,31	37,89	45,47	53,04	60,62	68,20
21	7,607	15,21	22,82	30,43	38,03	45,64	53,25	60,85	68,46
22	7,636	15,27	22,91	30,54	38,18	45,82	53,45	61,09	68,72
23	7,665	15,33	23,00	30,66	38,33	45,99	53,66	61,32	68,99
24	7,695	15,39	23,08	30,78	38,47	46,17	53,86	61,56	69,25
25	7,724	15,45	23,17	30,90	38,62	46,34	54,07	61,79	69,51
26	7,753	15,51	23,26	31,01	38,77	46,52	54,27	62,02	69,78
27	7,782	15,56	23,35	31,13	38,91	46,69	54,48	62,26	70,04
28	7,812	15,62	23,43	31,25	39,06	46,87	54,68	62,49	70,30
29	7,841	15,68	23,52	31,36	39,20	47,05	54,89	62,73	70,57

Углы наклона	Расстояния и превышения, м								
	100	200	300	400	500	600	700	800	900
4°30′	7,870	15,74	23,61	31,48	39,35	47,22	55,09	62,96	70,83
31	7,899	15,80	23,70	31,60	39,50	47,40	55,30	63,20	71,09
32	7,929	15,86	23,79	31,71	39,64	47,57	55,50	63,43	71,36
33	7,958	15,92	23,87	31,83	39,79	47,75	55,71	63,66	71,62
34	7,987	15,97	23,96	31,95	39,94	47,92	55,91	63,90	71,89
35	8,017	16,03	24,05	32,07	40,08	48,10	56,12	64,13	72,15
36	8,046	16,09	24,14	32,18	40,23	48,27	56,32	64,37	72,41
37	8,075	16,15	24,23	32,30	40,38	48,45	56,53	64,60	72,68
38	8,104	16,21	24,31	32,42	40,52	48,63	56,73	64,83	72,94
39	8,134	16,27	24,40	32,53	40,67	48,80	56,94	65,07	73,20
4°40′	8,163	16,33	24,49	32,65	40,81	48,98	57,14	65,30	73,47
41	8,192	16,38	24,58	32,77	40,96	49,15	57,35	65,54	73,73
42	8,221	16,44	24,66	32,89	41,11	49,33	57,55	65,77	73,99
43	8,251	16,50	24,75	33,00	41,25	49,50	57,76	66,01	74,26
44	8,280	16,56	24,84	33,12	41,40	49,68	57,96	66,24	74,52
45	8,309	16,62	24,93	33,24	41,55	49,86	58,17	66,47	74,78
46	8,339	16,68	25,02	33,35	41,69	50,03	58,37	66,71	75,05
47	8,368	16,74	25,10	33,47	41,84	50,21	58,58	66,94	75,31
48	8,397	16,79	25,19	33,59	41,99	50,38	58,78	67,18	75,58
49	8,427	16,85	25,28	33,71	42,13	50,56	58,99	67,41	75,84
4°50′	8,456	16,91	25,37	33,82	42,28	50,73	59,19	67,65	76,10
51	8,485	16,97	25,46	33,94	42,43	50,91	59,40	67,88	76,37
52	8,514	17,03	25,54	34,06	42,57	51,09	59,60	68,12	76,63
53	8,544	17,09	25,63	34,17	42,72	51,26	59,81	68,35	76,89
54	8,573	17,15	25,72	34,29	42,87	51,44	60,01	68,58	77,16
55	8,602	17,20	25,81	34,41	43,01	51,61	60,22	68,82	77,42
56	8,632	17,26	25,89	34,53	43,16	51,79	60,42	69,05	77,68
57	8,661	17,32	25,98	34,64	43,30	51,97	60,63	69,29	77,95
58	8.690	17,38	26,07	34,76	43,45	52,14	60,83	69,52	78,21
59	8,720	17,44	26,16	34,88	43,60	52,32	61,04	69,76	78,48

Углы наклона	Расстояния и превышения, м								
	100	200	300	400	500	600	700	800	900
5° 0′	8,749	17,50	26,25	35,00	43,74	52,49	61,24	69,99	78,74
1	8,778	17,56	26,33	35,11	43,89	52,67	61,45	70,23	79,00
2	8,808	17,61	26,42	35,23	44,04	52,84	61,65	70,46	79,27
3	8,837	17,67	26,51	35,35	44,18	53,02	61,86	70,69	79,53
4	8,866	17,73	26,60	35,46	44,33	53,20	62,06	70,93	79,80
5	8,895	17,79	26,69	35,58	44,48	53,37	62,27	71,16	80,06
6	8,925	17,85	26,77	35,70	44,62	53,55	62,47	71,40	80,32
7	8,954	17,91	26,86	35,82	44,77	53,72	62,68	71,63	80,59
8	8,983	17,97	26,95	35,93	44,92	53,90	62,88	71,87	80,85
9	9,013	18,03	27,04	36,05	45,06	54,08	63,09	72,10	81,11
5° 10′	9,042	18,08	27,13	36,17	45,21	54,25	63,29	72,34	81,38
11	9,071	18,14	27,21	36,29	45,36	54,43	63,50	72,57	81,64
12	9,101	18,20	27,30	36,40	45,50	54,60	63,71	72,81	81,91
13	9,130	18,26	27,39	36,52	45,65	54,78	63,91	73,04	82,17
14	9,159	18,32	27,48	36,64	45,80	54,96	64,12	73,28	82,43
15	9,189	18,38	27,57	36,75	45,94	55,13	64,32	73,51	82,70
16	9,218	18,44	27,65	36,87	46,09	55,31	64,53	73,74	82,96
17	9,247	18,49	27,74	36,99	46,24	55,48	64,73	73,98	83,23
18	9,277	18,55	27,83	37,11	46,38	55,66	64,94	74,21	83,49
19	9,306	18,61	27,92	37,22	46,53	55,84	65,14	74,45	83,75
5° 20′	9,335	18,67	28,01	37,34	46,68	56,01	65,35	74,68	84,02
21	9,365	18,73	28,09	37,46	46,82	56,19	65,55	74 92	84.28
22	9,394	18,79	28,18	37,58	46,97	56,36	65,76	75,15	84,55
23	9,423	18,85	28,27	37,69	47,12	56,54	65,96	75,39	84,81
24	9,453	18,91	28,36	37,81	47,26	56,72	66,17	75,62	85,08
25	9,482	18,96	28,45	37,93	47,41	56,89	66,37	75,86	85,34
26	9,511	19,02	28,53	38,05	47,56	57,07	66,58	76,09	85,60
27	9,541	19,08	28,62	38,16	47,70	57,25	66,79	76,33	85,87
28	9,570	19,14	28,71	38,28	47,85	57,42	66,99	76,56	86,13
29	9,600	19,20	28,80	38,40	48,00	57,60	67,20	76,80	86,40

Углы наклона	Расстояния и превышения, м								
	100	200	300	400	500	600	700	800	900
5° 30′	9,629	19,26	28,89	38,52	48,14	57,77	67,40	77,03	86,66
31	9,658	19,32	28,97	38,63	48,29	57,95	67,61	77,27	86,92
32	9,688	19,38	29,06	38,75	48,44	58,13	67,81	77,50	87,19
33	9,717	19,43	29,15	38,87	48,58	58,30	68,02	77,74	87,45
34	9,746	19,49	29,24	38,99	48,73	58,48	68,22	77,97	87,72
35	9,776	19,55	29,33	39,10	48,88	58,65	68,43	78,21	87,98
36	9,805	19,61	29,42	39,22	49,03	58,83	68,64	78,44	88,25
37	9,834	19,67	29,50	39,34	49,17	59,01	68,84	78,68	88,51
38	9,864	19,73	29,59	39,46	49,32	59,18	69,05	78,91	88,77
39	9,893	19,79	29,68	39,57	49,47	59,36	69,25	79,15	89,04
5° 40′	9,923	19,85	29,77	39,69	49,61	59,54	69,46	79,38	89,30
41	9,952	19,90	29,86	39,81	49,76	59,71	69,66	79,62	89,57
42	9,981	19,96	29,94	39,93	49,91	59,89	69,87	79,85	89,83
43	10,01	20,02	30,03	40,04	50,05	60,06	70,07	80,09	90,10
44	10,04	20,08	30,12	40,16	50,20	60,24	70,28	80,32	90,36
45	10,07	20,14	30,21	40,28	50,35	60,42	70,49	80,56	90,63
46	10,10	20,20	30,30	40,40	50,49	60,59	70,69	80,79	90,89
47	10,13	20,26	30,38	40,51	50,64	60,77	70,90	81,03	91,15
48	10,16	20,32	30,47	40,63	50,79	60,95	71,10	81,26	91,42
49	10,19	20,37	30,56	40,75	50,94	61,12	71,31	81,50	91,68
5° 50′	10,22	20,43	30,65	40,87	51,08	61,30	71,51	81,73	91,95
51	10,25	20,49	30,74	40,98	51,23	61,47	71,72	81,97	92,21
52	10,28	20,55	30,83	41,10	51,38	61,65	71,93	82,20	92,48
53	10,30	20,61	30,91	41,22	51,52	61,83	72,13	82,44	92,74
54	10,33	20,67	31,00	41,34	51,67	62,00	72,34	82,67	93,01
55	10,36	20,73	31,09	41,45	51,82	62,18	72,54	82,91	93,27
56	10,39	20,79	31,18	41,57	51,96	62,36	72,75	83,14	93,54
57	10,42	20,84	31,27	41,69	52,11	62,53	72,96	83,38	93,80
58	10,45	20,90	31,35	41,81	52,26	62,71	73,16	83,61	94,06
59	10,48	20,96	31,44	41,92	52,41	62,89	73,37	83,85	94,33
6° 0′	10,51	21,02	31,53	42,04	52,55	63,06	73,57	84,08	94,59

НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТАХ

Артиллерийская буссоль

Артиллерийская буссоль состоит из следующих частей: вертикальной оси, визирной трубки, уровня, угломерного круга, буссоли и монокуляра (рис. 57).

Вертикальная ось служит основанием прибора и заканчивается внизу шаровой пятой, при помощи которой буссоль устанавливается в подпятнике треноги.

Визирная трубка (визир) имеет на одном конце глазной диоптр (в виде прорези), а на другом—предметный (две вертикальных проволоки).

Визирная трубка скреплена наглухо с трубчатым основанием, которое надето на вертикальную ось и может свободно вращаться вокруг этой оси. Закрепление в любом положении производится при помощи зажимного барашка (зажима). Кроме того, на трубчатом основании прикреплен наглухо указатель визирной трубки, имеющий риску (штрих) для производства отсчетов по угломерному кругу.

Круглый уровень помещен на визирной трубке и служит для приведения буссоли в горизонтальное положение.

Угломерный круг прикреплен к верхнему кольцу вертикальной оси и имеет независимое от визирной трубки вращение. Закрепление в любом положении производится при помощи зажимного винта (зажима).

На скошенном крае угломерного круга нанесены деления, причем длина окружности разделена на 60 больших делений, ценой в 100 „тысячных", отмеченных на угломерном круге длинными штрихами. Каждое большое деление разделено на

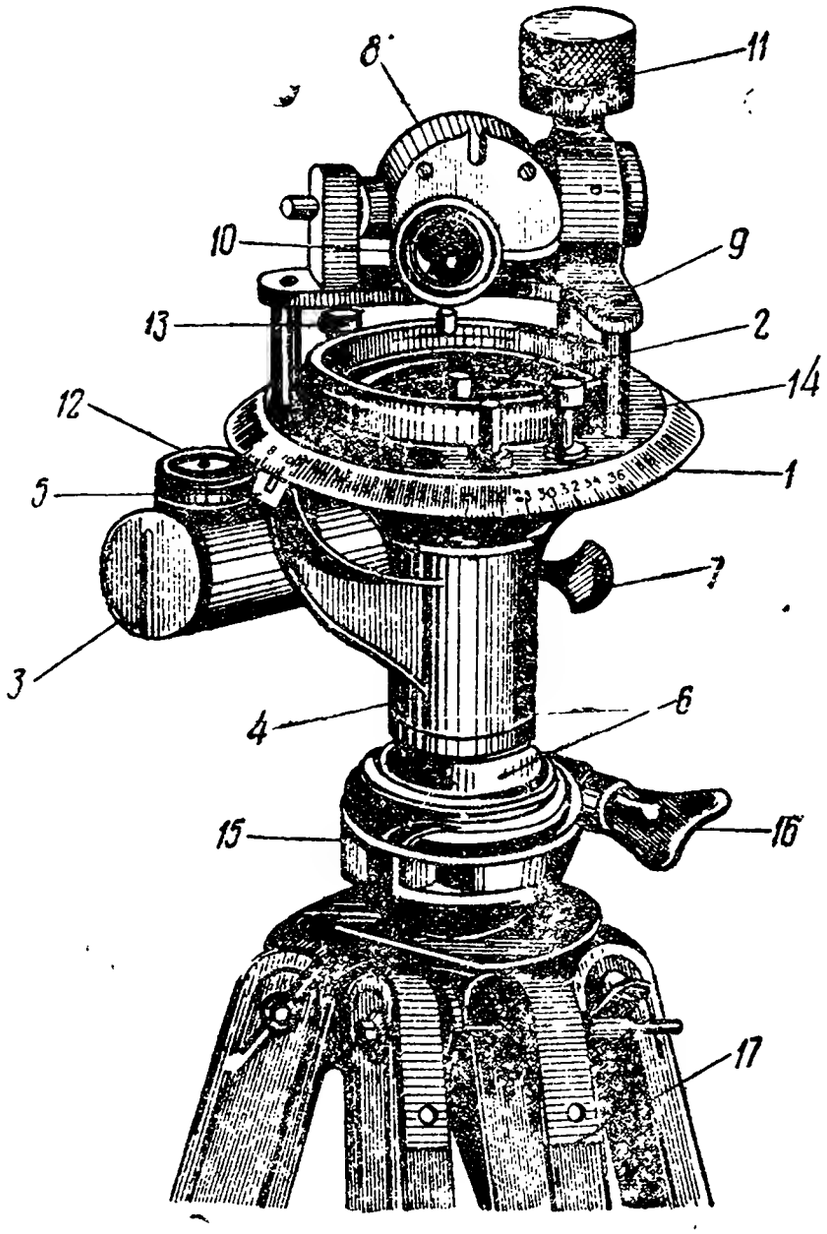


Рис. 57. Артиллерийская буссоль: *1* — угломерный круг; *2* — коробка буссоли; *3* — визирная трубка; *4* — основание визирной трубки; *5* — указатель визирной трубки; *6* — шаровая пята; *7* — зажимный барашек визирной трубки; *8* — монокуляр; *9* — основание монокуляра; *10* — окуляр; *11* — барабан монокуляра; *12* — круглый уровень; *13* — зажим угломерного круга; *14* — тормоз стрелки; *15* — подпятник; *16* — зажимная гайка; *17* — тренога

пять малых делений, ценой в 20 тысячных, отмеченных короткими штрихами. Таким образом длина окружности угломерного круга разделена всего на 300 делений, а наименьшее деление равно 20 тысячным (рис. 58). Четные штрихи больших делений занумерованы от 0 до 58, причем подпись делений возрастает против направления движения часовой стрелки. Над цифрами помещены точки, отмечающие значения синусов углов в десятых долях. Нуль десятых или начало счета отмечено цифрами нуль, помещенными над 30 и 0 (рис. 58); нечетные числа десятых обозначены одной точкой, четные двумя, а десять десятых или единица—тремя точками. Счет десятых ведется от ближайшего к указателю визира деления 30 или 0, и число мест точек показывает значение синуса в десятых долях.

Общепринятыми единицами измерения углов служат: градус (центральный угол, опирающийся на дугу, равную $^1/_{360}$ части длины окружности), минута ($^1/_{60}$ часть градуса) и секунда ($^1/_{60}$ часть минуты). За единицу измерения углов в артиллерии принята особая величина, называемая „тысячной". Для получения тысячной длина окружности делится на 6000 равных частей. Центральный угол, опирающийся на дугу, равную $^1/_{6000}$ части длины окружности, и называют тысячной или делением угломера.

Так как радиус укладывается по длине окружности приблизительно 6 раз, то $^1/_{6000}$ часть длины окружности равна $^1/_{1000}$ части длины радиуса этой окружности, иначе говоря одной тысячной на местности соответствует расстояние, равное одной тысячной дальности стрельбы. Это соотношение дает возможность быстро в уме решать ряд задач, встречающихся при стрельбе.

Для более точных вычислений необходимо учитывать, что длина окружности равна $2\pi R$, а не $6R$, как принято выше. Принимая π равным 3,14, получим более точное значение, а именно: одна тысячная будет равна $^1/_{955}$ длины радиуса окружности.

Между обычными единицами для измерения углов градусами и тысячными существует такая зависимость: 360°=6000 тысячных; 180°=3000 тысячных; 90°=1500 тысячных; 60°=1000 тысячных; 30°=500 тысячных; 6°=100 тысячных; 1°=16,7 тысячных. Одна тысячная равна 3′,6.

Для удобства произношения и передачи величин углов, измеренных в тысячных, числовые их значения передаются так, как обычно произносят номер телефона, например:

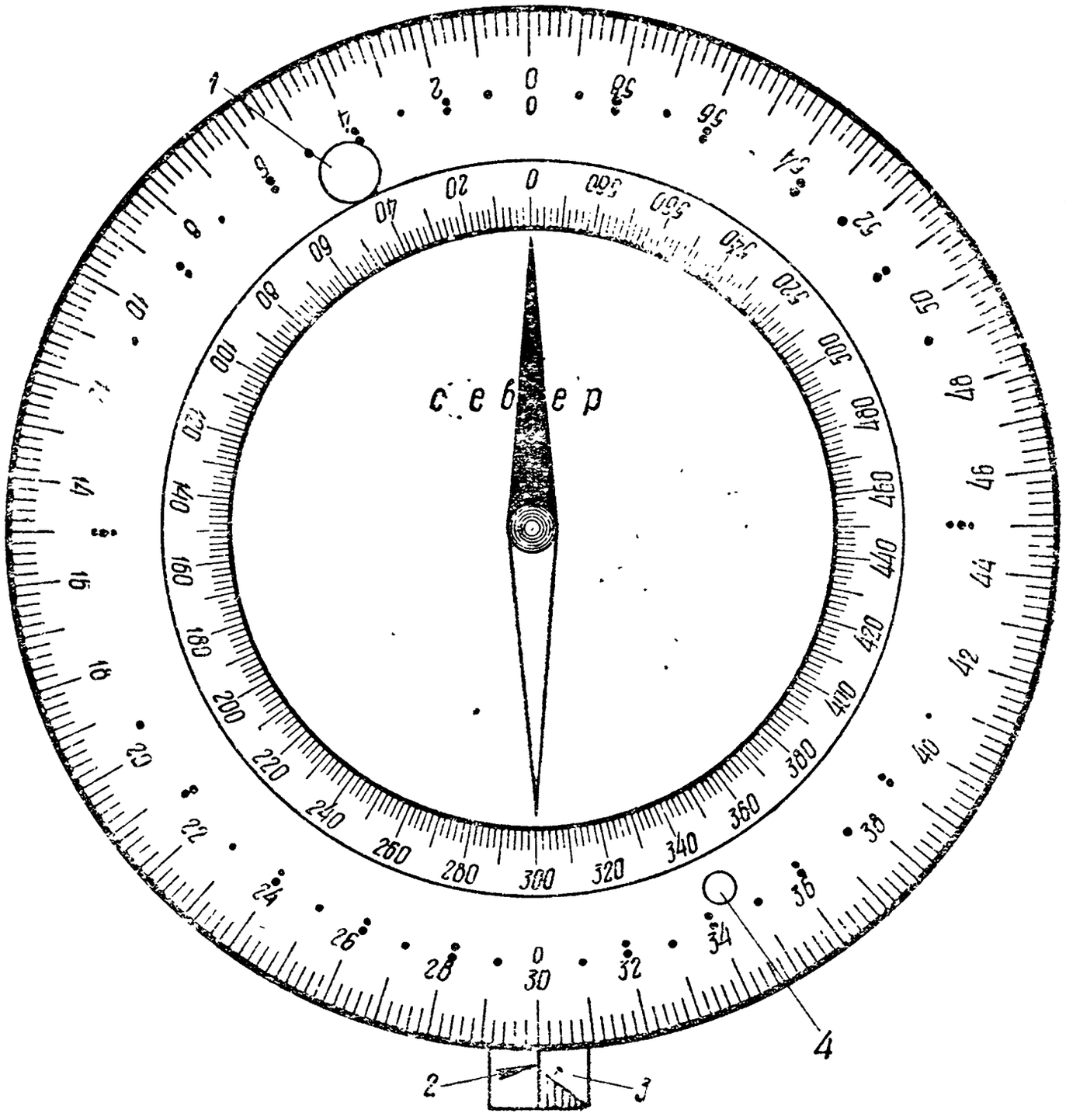


Рис. 58. Угломерный круг и буссоль: *1* — зажим угломерного круга; *2* — риска; *3* — указатель визира; *4* — зажим магнитной стрелки

Угол в 2485 тысячных произносят: двадцать четыре восемьдесят пять, а пишут: 24-85;

Угол в 758 тысячных произносят: семь пятьдесят восемь, пишут 7-58;

Угол в 63 тысячных произносят: ноль шестьдесят три, пишут 0-63;

Угол в 7 тысячных произносят: ноль ноль семь, пишут 0-07.

Буссоль представляет коробку, закрытую стеклом, в которой находятся: магнитная стрелка, вращающаяся на игле в центре буссоли, и круг с делениями. Наименьшее деление круга равно 20 тысячным. Четные большие деления подписаны по числу делений от нулевого штриха (рис. 58). Коробка буссоли ра полагается в центре угломерного круга и так, что диаметры 30-0 обоих кругов совпадают. Северный конец магнитной стрелки делается вороненым. В нерабочем положении магнитная стрелка прижимается к стеклу посредством зажима магнитной стрелки.

Монокуляр—оптическая трубка шестикратного увеличения, соединенная неподвижно со своим основанием, при помощи которого она устанавливается на угломерном круге. Для этой цели на угломерном круге имеются три штифта, на которые насаживаются ножки основания монокуляра. В прочно насаженном положении оптическая ось монокуляра находится в плоскости диаметров 0-30 угломерного и 0-300 буссольного кругов. Трубка монокуляра имеет окуляр с диоптрийными делениями и угломерную сетку.

Угломерная сетка (рис. 59) имеет две пересекающиеся под прямым углом линии, длиной каждая по 0-80 тысячных, на которых соответственно вверх и вправо показаны через 0-10 большие, а через 0-05 малые штрихи. Длина больших штрихов 0-05, малых 0-02,5 тысячных.

В горизонтальной плоскости монокуляр вращается совместно с угломерным кругом, а в вертикальной плоскости трубка монокуляра вращается при помощи барабана (рис. 60).

Для измерения вертикальных углов имеются две шкалы: одна на правой цапфе монокуляра, другая на кольце барабана. Шкала на правой цапфе имеет шесть делений по 1-00 тысячных каждое. Три верхних деления обозначены штрихами красного цвета и служат для определения положительных углов; три нижних деления обозначены штрихами черного цвета и служат для определения отрицательных углов.

Средний штрих—нулевой длиннее крайних (рис. 60). Отсчет на этой шкале производится от нулевого штриха вверх или вниз до штриха на цапфе (см. *а* на рис. 60).

Полный оборот барабана соответствует одному делению шкалы на цапфе. Длина окружности барабана разделена на 10 больших делений ценой 0-10 тысячных, обозначенных длинными штрихами. Каждое большое деление разделено на 5 малых ценой 0-02 тысячных, обозначенных малыми штрихами. Подписи больших штрихов соответствуют их значению

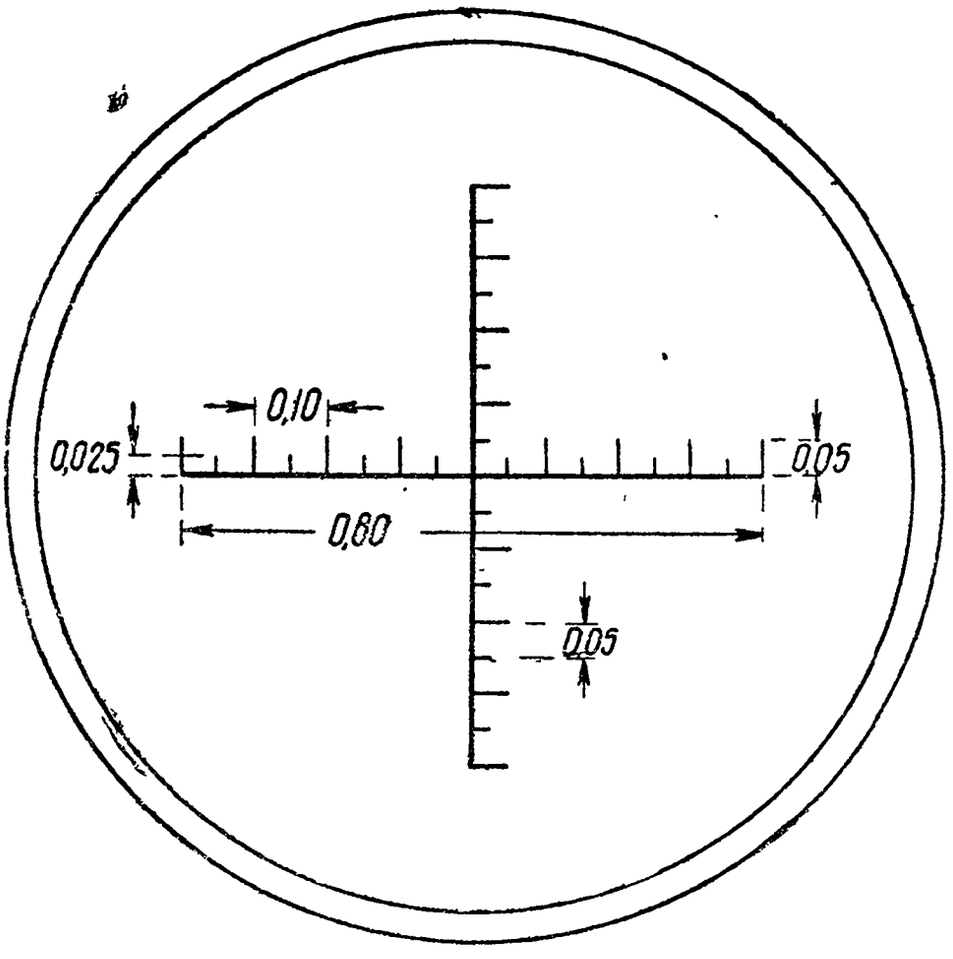


Рис. 59. Угломерная сетка монокуляра

в тысячных. Цифры подписей обозначены красной и черной красками. Подписи красных цифр служат для отсчитывания при положительных углах наклона; подписи черных цифр служат для отсчитывания при отрицательных углах наклона. Отсчет производится от нулевого штриха кольца барабана по направлению возрастания подписей делений до указателя кольца на цапфе (*б* на рис. 60).

Отсчет угла наклона получают, считая сначала деления по шкале на цапфе, а затем на шкале барабана. Например, на рис. 60 отсчет по шкале на цапфе равен одному красному делению, считая от нулевого, т. е. плюс 1-00. Поэтому

на шкале кольца барабана надлежит отсчитывать по красным цифрам слева направо до указателя кольца (*б* на рис. 60). Так как точность отсчета здесь целесообразно принять равной 0-01, то отсчет будет равен 0-05. Полный же отсчет будет равен 1-00 плюс 0-05, а всего 1-05 тысячных.

Установка буссоли над точкой производится так: а) устанавливают треногу по отвесу над точкой на высоте, удоб-

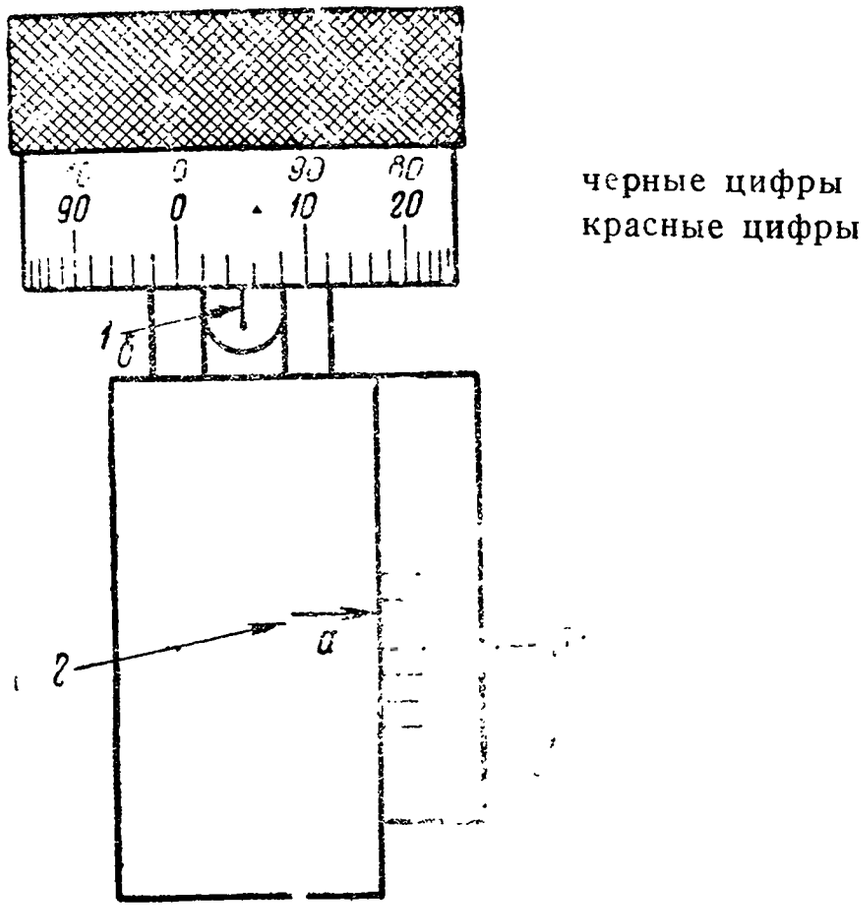


Рис. 60. Барабан монокуляра: *1* — указатель кольца; *2* — указатель шкалы; *3* — нулевой штрих

ной для работы; б) шаровую пяту буссоли помещают в подпятник треноги, слегка зажимают вращением зажимной гайки и закрепляют вращение всей буссоли при помощи откидной наметки, которая ставится в прорезь диска; в) приводят буссоль в горизонтальное положение, вращая ее до тех пор, пока пузырек круглого уровня (на визирной трубке) не установится на середине, после чего закрепляют зажимную гайку и считают инструмент установленным для работы.

Поверка барабана. Для правильного измерения вертикальных углов или углов места цели необходимо соблюдение следующего условия: когда пузырек уровня нахо-

дится на середине, а визирная ось горизонтальна, указатели кольца и шкалы должны совпадать с нулевыми штрихами кольца и шкалы.

Для того чтобы в этом убедиться, измеряют прямой и обратный углы наклона (места цели) следующим образом: а) устанавливают буссоль над точкой *А* (рис. 61) и приводят ее в горизонтальное положение; б) измеряют высоту инструмента (от земли до оси вращения монокуляра) и отмечают

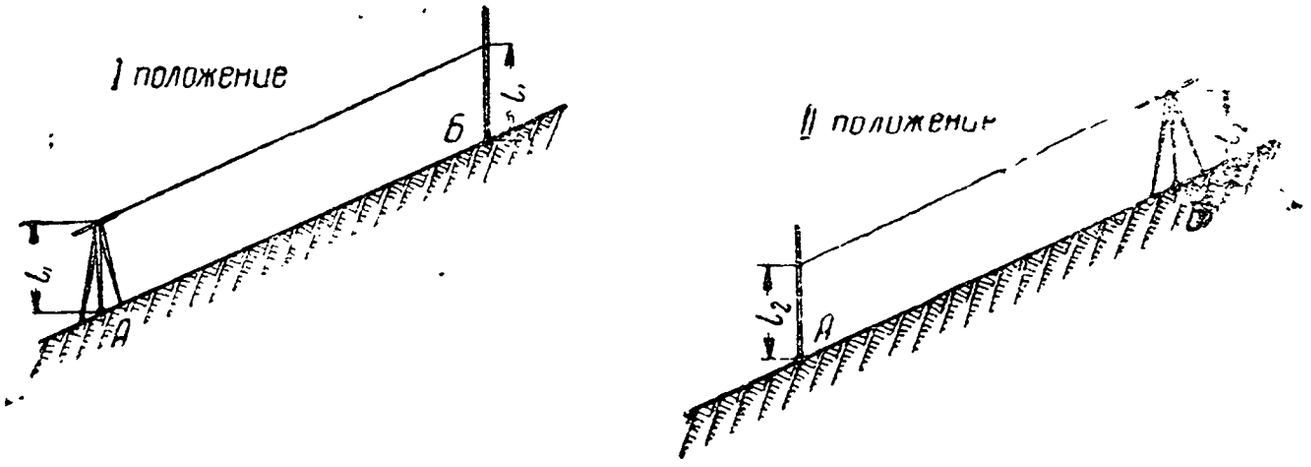


Рис. 61. Схема поверки барабана монокуляра.

ее на вехе, поставленной в точке *Б*; в) измеряют угол наклона, для чего наводят пересечение нитей (линий угломерной сетки) на высоту инструмента (отмеченную на вехе) и производят отсчет по шкале и по кольцу барабана; г) переносят буссоль в точку *Б*, а веху в точку *А* и отмечают на вехе высоту инструмента в точке *Б*; д) измеряют обратный угол наклона в том же порядке, что и прямой.

Если условие выполняется, то углы должны быть противоположны по знаку и равны в пределах 0-02 — 0-04. При больших расхождениях сначала измеряют дополнительно таким же образом 2—3 угла наклона по другим направлениям и вычисляют поправки для каждого направления по формуле

$$a = \frac{1}{2}(\alpha_{пр} + \alpha_{обр}),$$

где a — поправка, $\alpha_{пр}$ и $\alpha_{обр}$ — прямой и обратный углы наклона (сложение производят алгебраически, причем положительный угол снабжается знаком плюс, отрицательный — минус).

Затем вычисляют среднее из поправок, на величину которого исправляют отсчеты для получения углов наклона (места цели).

Например, при поверке барабана измерены прямые и обратные углы наклона по трем направлениям и получены следующие значения:

Определение поправки барабана и исправленных углов наклона

Направление	Углы в тысячных		Поправка в тысячных	Средняя поправка	Исправленные углы наклона в тысячных
	прямой	обратный			
I	+2-66	—2-44	+0-10	+0-10	+2-56
II	—1-20	+1-38	+0-09	+0-10	—1-30
III	+1-94	—1-72	+0-11	+0-10	+1-84

Исправление отсчетов производится путем алгебраического вычитания средней поправки из полученного отсчета. Так, если получены отсчеты: + 2-66 и — 1-20, то исправленные углы равны: + 2-66 — (+0-10) = + 2-56 и —1-20 — (+0-10) = = — 1-30.

Полевые поверки теодолита. Для производства поверок теодолит устанавливают на штатив и приводят в горизонтальное положение. Поверки исполняются в указанной ниже последовательности.

1. Центры лимба и алидады должны совпадать; несовпадение центров называется эксцентриситетом. Эксцентриситет выявляется отсчетами на разных частях лимба по двум верньерам и учитывается при измерении углов (градусы отсчитывают по первому верньеру, а для минут берут средний из отсчетов по первому и второму верньерам).

2. Ось уровня должна быть перпендикулярна к вертикальной оси теодолита. Поверка производится следующим образом: устанавливают уровень по направлению двух подъемных винтов и приводят пузырек уровня на середину трубки. Затем поворачивают уровень на 180° (движением алидады). Если пузырек уровня остался на середине трубки, условие выполнено; если уклонился от

середины, то на половину дуги уклонения пузырек уровня передвигают вращением исправительного винта и на вторую половину дуги отклонения — вращением подъемных винтов. Поверка повторяется до тех пор, пока уровень не будет установлен удовлетворительно (с точностью до половины деления). После поверок уровней теодолит приводится в горизонтальное положение.

3. Визирная ось должна быть перпендикулярна к горизонтальной оси вращения трубы. Разность между углом, под которым пересекаются эти оси, и прямым углом называют коллимационной ошибкой. Для определения величины этой ошибки поступают так: выбирают на местности хорошо видимую точку (удаленную от теодолита на 0,5—1 км), наводят на нее визирную ось и производят отсчет по лимбу по первому и второму верньерам. Переводят трубу через зенит и, поворачивая алидаду на 180° (при закрепленном лимбе), наводят на ту же точку и производят отсчет по обоим верньерам. Затем, вычисляя полуразность отсчетов, получают коллимационную ошибку. Если полученная величина не более 1′,5, то исправлений не производят. Если больше, то для исправления коллимационной ошибки поступают следующим образом: вычисляют средний отсчет (как полусумму отсчетов минут), устанавливают верньер на средний отсчет (в этот момент сетка нитей сдвигается с предмета) и исправительными винтами сетку нитей устанавливают на предмет.

4. Ось вращения трубы должна быть перпендикулярна к вертикальной оси вращения инструмента. Для того чтобы обнаружить неперпендикулярность осей, выбирают высоко расположенную точку (например, гвоздь в карнизе дома) и, проектируя ее вниз, отмечают точку (колышком, воткнутым в землю, или отмечают карандашом на стене дома). Поворачивают трубу через зенит и вторично проектируют. Если обе проекции совпадают, условие выполнено, если не совпадают, то для устранения ошибки отмечают среднее положение и вращением исправительных винтов на подставке трубы приводят сетку нитей на среднее положение.

Контроль правильности поверки заключается в том, что проектируемая точка и ее проекция должны быть на одной вертикальной линии.

5. Для правильного измерения вертикальных углов (места цели) необходимо соблюдение следующего условия:

когда ось уровня и визирная ось горизонтальны, нулевой штрих верньера вертикального круга должен совпадать с нулевым штрихом вертикального круга.

В связи с этим тот отсчет на вертикальном круге, при котором визирная ось и ось уровня горизонтальны, называют местом нуля

Для определения величины места нуля пересечение нитей (или среднюю горизонтальную нить вблизи вертикальной) наводят на удаленную точку, приводят пузырек уровня вертикального круга на середину и производят отсчет. Затем переводят трубу через зенит, наводят на ту же точку пересечение нитей, приводят пузырек уровня на середину трубки и производят отсчет. Отсчеты различают по положению вертикального круга относительно трубы, когда в нее смотрят. Если круг с правой стороны, то отсчет называют „круг право", если с левой, то „круг лево". Вычисление величины $M0$ производят по формуле (8) на стр. 84:

$$M0 = \frac{1}{2}(\text{Кр. Пр} + \text{Кр. Л} + 360°).$$

Если полученная величина $M0$ не превышает 1—2′, то исправления обычно не производят. Когда же $M0$ превышает названную величину, то для устранения $M0$ вычисляют истинный угол наклона по формулам (8):

$$\alpha = \text{Кр. Пр} - M0 \quad \text{или} \quad \alpha = M0 - \text{Кр. Л}$$

и устанавливают верньер вертикального круга (наводящим винтом уровня) на отсчет истинного угла (в этот момент пузырек уровня вертикального круга сходит с середины трубки, а визирная ось остается наведенной на предмет); после этого вращением исправительных винтов уровня приводят пузырек уровня на середину трубки. Для контроля производят вторично определение места нуля.

Пример. Получены следующие отсчеты: Кр. Пр 2°48′, Кр. Л 357°06′; $M0 = \dfrac{2°48' + 357°06' + 360°00'}{2} = \dfrac{719°54'}{2}$, или $M0 = 359°57'$. Угол наклона $\alpha = 362°48' - 359°57' = +2°51'$,

6. Определение коэфициента дальномера. Дальномерные нити рассчитываются и установливаются таким образом, чтобы коэфициент дальномера был равен 100. Эта нормальная установка нередко нарушается и, как правило, перед производством работ производят определение коэфициента дальномера. Коэфициент дальномера может быть определен по формуле

$$K = \frac{D}{l},$$

где D — расстояние от инструмента до рейки, а l — число делений рейки, заключенное между дальномерными нитями.

Для определения коэфициента дальномера выбирают ровную площадку и измеряют по прямой расстояние, равное 150 м, причем колышками отмечают 50 и 100 м. На одном конце линии ставят теодолит, а на другом рейку, нулем вверх. Наводят нижнюю горизонтальную нить на нуль рейки, а по верхней производят отсчет. Переносят рейку на 100-метровое расстояние от инструмента, наводят нижнюю нить на 50 см и по верхней производят отсчет. Далее ставят рейку на 50-метровое расстояние, наводят нижнюю нить на 50 см и производят отсчет. Изменение точки наводки нижней нити делается для сохранения визирной оси примерно в горизонтальном положении. После этого вычисляют коэфициент дальномера для отдельных расстояний по указанной формуле и из полученных трех значений берут среднее арифметическое, которое принимают за коэфициент дальномера. При полевых работах в отсчеты по рейке вносят поправки путем умножения отсчета по рейке на коэфициент дальномера.

Полевые поверки нивелира. Для производства поверок нивелир устанавливается на штатив и приводится в горизонтальное положение. Порядок поверки изложен ниже.

1. Ось уровня должна быть перпендикулярна вертикальной оси вращения инструмента. Поверка исполняется следующим образом:

а) устанавливают уровень параллельно направлению двух подъемных винтов и приводят пузырек уровня на середину;

б) поворачивают уровень (вращением линейки) на 180°.

Если пузырек уровня уклонился от середины не более чем на $^1/_4$ деления, то условие выполнено. При уклонении более названной величины исправления производят: на половину дуги уклонения—исправительным винтом уровня, на вторую половину дуги уклонения—подъемным винтом.

Для последующих поверок инструмент приводится точно в горизонтальное положение.

2. Оптическая и визирная оси должны совпадать. Несовпадение обнаруживают следующим образом: наводят трубу на рейку, поставленную в 35—40 м от инструмента и производят отсчет. Затем поворачивают трубу на 180° около ее оси и производят вторично отсчет. Если полуразность отсчетов меньше или равна 0,002 м, то считают, что условие выполнено. При большей величине вычисляют средний отсчет и вращением исправительных винтов устанавливают сетку нитей на средний отсчет.

3. Подставки трубы должны быть равны. Для обнаружения неравенства подставок наводят трубу на удаленную (35—40 м) рейку и производят отсчет. Затем перекладывают трубу в лагерях, наводят на рейку и производят отсчет. Полуразность отсчетов не должна превышать 0,002 м, а если она больше, то для исправления вычисляют средний отсчет и, вращая исправительные винты на подставке, устанавливают пересечение нитей на средний отсчет.

4. Цапфы трубы должны быть равны. Неравенство цапф выявляется при двойном нивелировании одной и той же линии. Для исправления инструмент передается в механическую мастерскую.

5. Средняя горизонтальная нить должна быть горизонтальна, если нивелир приведен в горизонтальное положение, а бородка (штифтик) трубы касается винта упора на подставке трубы.

Наводят трубу на рейку так, чтобы рейка располагалась, например, у правой стороны поля зрения трубы, и производят отсчет. Затем наводящим винтом передвигают трубу к другой стороне поля зрения и вторично производят отсчет. Если отсчеты равны, условие выполнено. При неравенстве отсчетов вычисляют средний отсчет и на него устанавливают среднюю нить, вращая трубу рукой. Если в это время бородка трубы отойдет от винтика упора, то винтик подвинчивается до касания с бородкой.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3
Введение. Фортификационные сооружения, их классификация и тактико-фортификационная характеристика 5
Глава I. Основы расположения фортификационных сооружений на местности 19
Глава II. Рекогносцировка оборонительного района. Разбивка и посадка фортификационных сооружений 45
Глава III. Геодезические работы при разбивке и посадке огневых фортификационных сооружений 77
Глава IV. Пример посадки и разбивки огневого сооружения на местности. 123

Приложения

I. Примерная таблица стрельбы из пулемета „Максим“ 140
II. Примерная таблица стрельбы из 76-мм пушки . . . 141
III. Примерная таблица поправок угла прицеливания на угол места цели 76-мм пушки 142
IV. Примерная форма формулярной карточки 146
V. Таблица для перевода артиллерийских делений угломера (тысячных) в градусы и минуты 148
VI. Таблица горизонтальных проекций расстояний, определяемых посредством дальномера 150
VII. Таблицы высот 151
VIII. Некоторые сведения о геодезических инструментах 163